



CIENCIAUANL

Revista de divulgación científica y tecnológica
de la Universidad Autónoma de Nuevo León

marzo - abril 2021

Año 25, número 106



Año 25,
Número 106
marzo - abril 2021

ISSN: 2007-1175

- El *yin* y el *yang* de la astrogliosis reactiva
- Ectomicorrizas, su papel en el ciclo del carbono
- Educación en las cárceles: visión de las mujeres mexicanas
- El *Tlapiani*, el primer guardián de asteroides mexicano



Una publicación de la Universidad Autónoma de Nuevo León

Mtro. Rogelio Garza Rivera
Rector

Dr. Santos Guzmán López
Secretario general

Dr. Juan Manuel Alcocer González
Secretario de investigación científica y desarrollo tecnológico

Directora editorial: Dra. Patricia del Carmen Zambrano Robledo

Consejo editorial

Dr. Sergio Estrada Parra / Dr. Jorge Flores Valdés /
Dr. Miguel José Yacamán / Dr. Juan Manuel Alcocer González /
Dr. Ruy Pérez Tamayo / Dr. Bruno A. Escalante Acosta /
Dr. José Mario Molina-Pasquel Henríquez

Coordinadora editorial: Melissa Martínez Torres
Redes y publicidad: Jessica Martínez Flores
Diseño: Mónica Lozano
Correctora de inglés: Mónica L. Balboa

Corrección: Luis Enrique Gómez Vanegas
Asistente administrativo: Claudia Moreno Alcocer
Portada: Francisco Barragán Codina
Webmaster: Mayra Silva Almanza
Diseño de página web: Rodrigo Soto Moreno

Ciencia UANL Revista de divulgación científica y tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Año 25, N° 106, marzo-abril de 2021. Es una publicación bimestral, editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación. Domicilio de la publicación: Av. Manuel L. Barragán 4904, Campus Ciudad Universitaria, Monterrey, N.L., México, C.P. 64290. Teléfono: + 52 81 83294236. Directora editorial: Dra. Patricia del Carmen Zambrano Robledo. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04-2013-062514034400-102. ISSN: 2007-1175 ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Licitud de Título y Contenido No. 16547. Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: 1437043. Impresa por: Serna Impresos, S.A. de C.V., Vallarta 345 Sur, Centro, C.P. 64000, Monterrey, Nuevo León, México. Fecha de terminación de impresión: 1 de marzo de 2021, tiraje: 2,500 ejemplares. Distribuido por: la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Dirección de Investigación.

Las opiniones y contenidos expresados en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Prohibida su reproducción total o parcial, en cualquier forma o medio, del contenido editorial de este número.

Publicación indexada al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, LATINDEX, CUIDEN, PERIÓDICA, Actualidad Iberoamericana, Biblat.

Impreso en México
Todos los derechos reservados
© Copyright 2021

revista.ciencia@uanl.mx

CIENCIAUANL

COMITÉ ACADÉMICO

CIENCIAS DE LA SALUD

Dra. Lourdes Garza Ocañas

CIENCIAS EXACTAS

Dra. Ma. Aracelia Alcorta García

CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dra. María Julia Verde Star

CIENCIAS NATURALES

Dr. Rahim Foroughbakhch Pournavab

CIENCIAS SOCIALES

Dra. Veronika Sieglin Suetterlin

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Dra. María Idalia del Consuelo Gómez de la Fuente

CIENCIAS DE LA TIERRA

Dr. Carlos Gilberto Aguilar Madera

COMITÉ DE DIVULGACIÓN

CIENCIAS DE LA SALUD

Dra. Gloria María González González

CIENCIAS EXACTAS

Dra. Nora Elizondo Villarreal

CIENCIAS AGROPECUARIAS

Dr. Hugo Bernal Barragán

CIENCIAS NATURALES

Dr. Sergio Moreno Limón

CIENCIAS SOCIALES

Dra. Blanca Mirthala Taméz

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Dra. Yolanda Peña Méndez

CIENCIAS DE LA TIERRA

Dr. Héctor de León Gómez

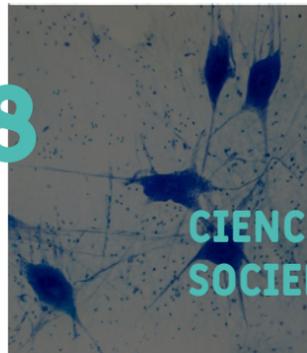
ÍNDICE



6

EDITORIAL

8



CIENCIA Y SOCIEDAD

El *yin* y el *yang* de la astrogliosis reactiva

Mariana Castro Azpíroz, Cynthia Gabriela Sámano Salazar

18



OPINIÓN

Violencia familiar en Nuevo León en tiempos de COVID-19

María Marcela Granados Shiroma

25



EJES

Ectomicorrizas, su papel potencial en la mitigación del cambio climático

Griselda Chávez-Aguilar, Marlín Pérez-Suárez, Cristina Burrola-Aguilar

34



SECCIÓN ACADÉMICA

Nivel de riesgo cardiovascular y condición física en empleados de una facultad de deportes

María Cristina Enríquez-Reyna, Julissa Maythé Loredo-Muñiz

Educación y capacitación para el trabajo: contexto penitenciario femenino de Nuevo León

Alicia González Cervantes, Patricia Liliana Cerda Pérez, Guadalupe Maribel Hernández Muñoz

35



46



CURIOSIDAD

Estrategia para mejorar la producción de metabolitos secundarios en las plantas

Soledad García-Morales, Janet María León-Morales

41



56



TENDENCIAS EDUCATIVAS

El *Tlapiani*, el primer guardián de asteroides construido por manos mexicanas

Abigail Ramírez Rocha

58

72

66

78

Cómo formular un problema antropológicamente pertinente: la labor de Carmen Viqueira Landa vista por sus alumnos

María Josefa Santos Corral

Economía circular para la sustentabilidad

Pedro César Cantú-Martínez

Luis Enrique Gómez Vanegas

COLABORADORES

EDITORIAL 106

PATRICIA DEL CARMEN ZAMBRANO ROBLEDO*

El número 106 de la revista *Ciencia UANL*, correspondiente a los meses de marzo-abril de 2021, hace un homenaje a las mujeres y a la investigación que realizan en el marco del Día Internacional de la Mujer, que conmemoramos el 8 de marzo. En la Universidad Autónoma de Nuevo León, la presencia femenina se da en todos los campos del conocimiento, en los cuales se ha tenido un crecimiento sostenido en los últimos años, con lo que se ha logrado representar, al momento, 42% de los investigadores de la Institución.

La UANL, respondiendo al entorno social, ha implementado a lo largo de los años diversos programas de impulso al talento de los jóvenes, uno de ellos, emblemático en el ámbito femenino, es “Mujeres en la Ciencia: descubriendo la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico”, que inició en 2013 dirigido a estudiantes del nivel medio superior, buscando mejorar su prospectiva de vida y carrera. Este programa, a la fecha, ha atendido más de 12, 500 estudiantes, con una participación de más de 100 investigadoras quienes con su compromiso enaltecen la misión y visión de la Institución.

Este número nos descubre investigaciones por demás interesantes, no se pierdan la lectura de “Educación y capacitación para el trabajo: contexto penitenciario femenino en Nuevo León”, en el que se destaca la importancia de la formación y capacitación en el proceso de reinserción social, y el interés demostrado por

las internas hacia el mismo. Las autoras se adentran en las entrañas del sistema penitenciario y con un trabajo arduo y certero nos enseñan cómo la educación puede dar un giro a la vida de las internas.

Visualizar la necesidad de promover estilos de vida saludables y activos a fin de reducir los riesgos cardiovasculares es el resultado de la investigación desarrollada en el artículo “Nivel de riesgo cardiovascular y condición física en empleados de una facultad de deportes”.

El desarrollo realizado para diseñar y construir el primer telescopio hecho 100% por manos mexicanas e instalado en el Observatorio Astronómico de la UANL en el cerro “El Picacho”, nos demuestra el ingenio y creatividad de los investigadores mexicanos. El espectáculo que nuestros ojos pueden visualizar en 65% de las noches despejadas que se dan en las inmediaciones del Observatorio, todo a través del *Tlapiani* “Primer Guardián de Asteroides”. En este proyecto, dirigido por el Dr. Eduardo Pérez Tijerina, tienen un alto grado de participación investigadoras y estudiantes de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, las Dras. Flor Araceli García Castillo, la estudiante de doctorado Ana María Bautista Hernández, así como la estudiante Abigail Ramírez Rocha (ITESM).

Este número representa un homenaje a las mujeres en la ciencia, todas y cada una aportan un especial ímpetu a la investigación, no te pierdas la lectura del mismo, ¡lo disfrutarás!

*Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: patricia.zambranor@uanl.edu.mx



Mujeres en la Ciencia



El *yin* y el *yang* de la astrogliosis reactiva

MARIANA CASTRO AZPÍROZ*, CYNTHIA GABRIELA SÁMANO SALAZAR*

Por mucho tiempo, el estudio del sistema nervioso en la salud y en la enfermedad tuvo una “visión neurocéntrica”, en la que el papel estelar lo acaparaban las neuronas. Aunque las neuronas y las células gliales se describieron a principios del siglo XIX, el estudio fisiológico de la glía comenzó 50 años después. Actualmente, este punto de vista ha cambiado debido a que diversas investigaciones han revelado que la interacción glía-neurona es fundamental en procesos fisiológicos y patológicos, de tal forma que varios neurocientíficos tienen ahora una “visión gliocéntrica”.

* Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa (UAM-C).
Contacto: csamano@cua.uam.mx

En particular, los astrocitos son clave para que las neuronas lleven a cabo de manera apropiada sus funciones, pero también reaccionan prácticamente a todos los tipos de alteraciones patológicas que afectan la homeostasis del sistema nervioso, esto es mediante cambios morfológicos y moleculares significativos, conocidos como *gliosis reactiva* o *astrogliosis*. Sin embargo, esta respuesta se puede convertir en un arma de dos filos, ya que si bien es esencial para crear un ambiente neuroprotector y evitar la expansión del daño hacia otras regiones del sistema nervioso, también impide la adecuada regeneración neuronal en la región del daño. En este artículo resumimos y resaltamos algunas de las funciones de los astrocitos y cómo la astrogliosis reactiva, aunque sea un mecanismo de defensa del organismo, tiene su lado positivo y negativo: un *yin* y un *yang* en la respuesta al daño neuronal.

LAS “OTRAS” ESTRELLAS DEL SISTEMA NERVIOSO

Por mucho tiempo se pensó que las neuronas eran las células nerviosas por excelencia, debido a que tienen la capacidad de conducir señales eléctricas. Sin embargo, existen otras células que también forman parte de este sistema y participan activamente en la transmisión y procesamiento de la información nerviosa. Así, el sistema nervioso está conformado por dos principales tipos de células: las neuronas y las células gliales o neuroglia. El



término *neuroglia* fue introducido en 1858 por el médico y biólogo alemán Rudolf Virchow, quien describió la presencia de una sustancia conectiva que se formaba en el cerebro, médula espinal y en los nervios sensoriales superiores, la cual fungía como “adhesivo” en el tejido nervioso.

Ahora se sabe que se trata de la glía (del griego *glia*, pegamento o unión); son células que superan en número a las neuronas en una proporción de 10:1 (von Bartheld *et al.*, 2016), proporcionan soporte a la estructura neuronal, mantienen la homeostasis del sistema nervioso, participan activamente en el procesamiento de las señales nerviosas y son defensoras del sistema nervioso durante el desarrollo y fase adulta de un organismo. Además están implicadas en algunas enfermedades neurodegenerativas y otros procesos patológicos que afectan el funcionamiento adecuado de dicho sistema (Jessen, 2004; Verkhratsky *et al.*, 2019). La neuroglía se ha clasificado en dos principales categorías: glía del sistema nervioso periférico (SNP), que se subdivide en: 1) células de Schwann; 2) células gliales satélite; 3) células envoltantes olfatorias y 4) glía entérica (Verkhratsky *et al.*, 2019), y la glía del sistema nervioso central (SNC), que se clasifica en microglía y macroglía.

Debido a la enorme heterogeneidad celular que presenta la macroglía, se ha tratado de establecer una clasificación de acuerdo a las características estructurales y bioquímicas. Así, la macroglía constituye los siguientes tipos celulares: 1) oligodendrocitos, que pueden ser de tipo I - IV; 2) células NG2, conocidas como células proge-

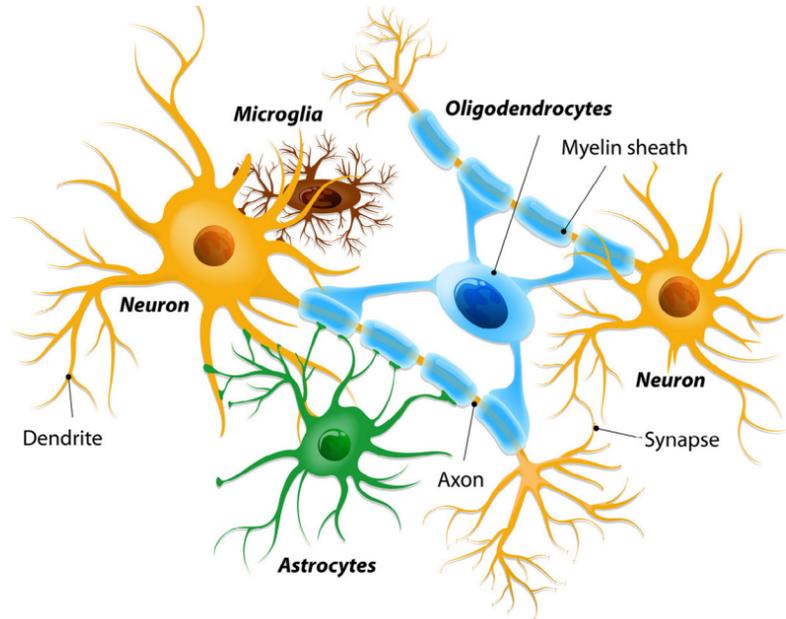


Imagen: Neurons and neuroglial cells, 2017.

nitoras de oligodendrocitos (OPC, por sus siglas en inglés), o sinantocitos o polidendrocitos, y los 3) astrocitos o astroglia, cuyas funciones y morfología difiere en gran medida según su ubicación, subtipos y la etapa del desarrollo en la que se encuentran. De esta forma los astrocitos incluyen una amplia gama de tipos celulares: astrocitos protoplásmicos de la sustancia gris, fibrosos de la sustancia blanca, perivasculares, marginales, velatos, interlaminares, polarizados, tanicitos, pituiticos, endimocitos, células del plexo coroideo, células epiteliales de la retina pigmentada, glía radial, glía de Müller y glía de Bergmann (Verkhratsky *et al.*, 2019).

El término *astrocitos* surgió por su apariencia estrellada debido a la gran cantidad de prolongaciones celulares que emergen de ellas; *astro* proviene del vocablo griego que significa estrella (Verkhratsky *et al.*, 2019). Los astrocitos constituyen aproximadamente

30% del SNC, y tienen una variedad de funciones, entre otras: sostienen a las neuronas de forma estructural, metabólica y trófica; intervienen en la formación de la barrera hematoencefálica, ya que circundan las sinapsis, retiran el exceso de neurotransmisores y regulan la homeostasis del líquido extracelular (Sofroniew y Vinters, 2010; Verkhratsky y Nedergaard, 2018). También participan en la formación de contactos sinápticos, maduración, mantenimiento y eliminación de las sinapsis. Esto depende en gran medida de la transferencia activa de la información que va de la glía a las neuronas, a través de la fabricación y liberación de sustancias por los astrocitos, proceso conocido como *gliotransmisión* (Savtchouk y Volterra, 2019).

Los astrocitos juegan un papel fundamental en la modulación de la actividad sináptica evocada por el potencial de acción (ondas de des-

carga eléctrica que viajan a lo largo de la membrana), en este proceso las terminales astrocíticas son fundamentales, ya que poseen receptores para otros neurotransmisores, lo que permite detectar las necesidades de las neuronas para que éstas a su vez generen una respuesta rápida ante el estímulo. En esta sinapsis tripartita interactúan un elemento presináptico, uno postsináptico y la glía asociada (Araque *et al.*, 1999). Los astrocitos tienen en su membrana canales de sodio y potasio que pueden evocar potenciales de acción, por lo tanto son excitables, sin embargo no propagan las señales eléctricas entre ellos (Verkhratsky y Nedergaard, 2018). Pueden recibir información neuronal a través de una amplia gama de receptores membranales, para después traducirla y propagarla al circuito neuronal a través de variaciones en las concentraciones de calcio. No obstante, aún se investigan los detalles en la red de contactos integrados entre neuronas y astrocitos.

La inteligencia es otra función a la que los astrocitos se han asociado. Así, por ejemplo, el estudio histológico del cerebro de Einstein reveló que tenía un mayor número de astrocitos, los cuales, al parecer, formaban una citoarquitectura más compleja (Diamond *et al.*, 1985). Además, se ha visto que los astrocitos, junto con los oligodendrocitos y microglía, también participan en el procesamiento y almacenamiento de recuerdos (Alberini *et al.*, 2018). De tal forma que los astrocitos tienen un papel integral en diversas funciones del SN, pero también en la reparación de los daños en el SNC, lo cual se retomará más adelante en el texto.

UNA GAMA DE RESPUESTAS POR PARTE DE LOS ASTROCITOS ANTE EVENTOS PATOLÓGICOS

Los astrocitos tienen la capacidad de reaccionar a través de una serie de cambios morfológicos, bioquímicos, transcripcionales y funcionales ante una situación de daño en el SNC. Estos cambios constituyen la gliosis reactiva, que también se ha definido con otros términos: astrogliosis, reactividad astrocítica o astrocitosis. Existen diferentes visiones de lo que son y no son “astrocitos reactivos”, y aunque hay discrepancias para definir una única nomenclatura, se ha llegado a un acuerdo para tomar características morfofisiológicas y moleculares que diferencien los astrocitos normales de los astrocitos

reactivos en sus distintos estados de reactividad. De acuerdo a la revisión que hicimos sobre el tema, en este artículo usaremos los términos astrogliosis reactiva y astrocitos reactivos para describir las formas de respuestas de los astrocitos asociados con cualquier forma de daño o enfermedad del SNC.

Cuando ocurre un daño o lesión en el SNC, la situación patológica se torna compleja debido a la heterogeneidad molecular y funcional de los astrocitos reactivos, donde cada subtipo de astrocitos reactivos parece ejercer una función particular en

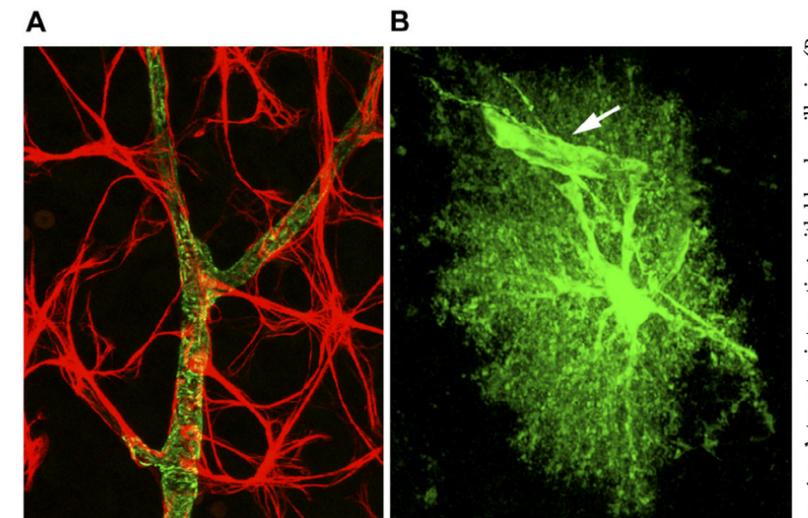


Imagen: Astrocytes interacting with blood capillaries (Pekny y Pekna, 2014).

el progreso del daño (Escartin *et al.*, 2019; Sofroniew y Vinters, 2010). Los astrocitos responden progresivamente, dependiendo de la severidad de la lesión, lo que conlleva a que la astrogliosis reactiva sea un fenómeno complejo que implica una serie de cambios secundarios finamente graduados que ocurren dependiendo del grado de daño y que están regulados, a su vez, por diversos eventos de señalización específicos (figura 1).

Durante la astrogliosis hay hipertrofia de los astrocitos, en la que el citoplasma y los núcleos son agrandados y presentan una serie de procesos citoplasmáticos largos y gruesos que en condiciones fisiológicas no se observan. También hay un aumento en el número de filamentos intermedios constitutivos de los astrocitos, formados por la proteína ácida glial fibrilar (GFAP, por sus siglas en inglés), y puede incrementarse el número de células cerca de la lesión aguda. En algunos casos la proliferación puede ser discreta o ausente, pero este grado de reactividad parece depender del tipo de lesión (figura 1) (Sofroniew y Vinters, 2010). La proliferación de astrocitos puede originarse a partir de células madre multipotentes o precursores gliales todavía presentes en el SNC adulto, aunque también se ha propuesto que podrían desdiferenciarse los astrocitos maduros (Buffo *et al.*, 2008).

Hasta ahora se han clasificado dos tipos de astrocitos reactivos, de acuerdo a (1) la gliosis isomórfica, en la que hay un patrón regular de astrocitos paralelos a los axones en degeneración. Por ejemplo, en la degeneración Walleriana, en la que



Figura 1. Propuesta para esquematizar los eventos fisiopatológicos que ocurren en la astrogliosis reactiva. Se muestra cronología de los astrocitos normales en estado saludable vs los mecanismos fisiopatológicos inducidos por una lesión. La activación de la astrogliosis reactiva depende del grado de la lesión. La astrogliosis puede avanzar de las fases media, severa y muy severa, y con ello se generan diversos cambios morfofisiológicos y moleculares que definen el grado de severidad de la astrogliosis.

la organización de las fibras gliales conserva una estructura normal. Esto también se observa en lesiones que degeneran lentamente o distantes de una lesión. Y (2) la gliosis anisomórfica, donde los astrocitos reactivos cercanos a una lesión forman una especie de malla densa sin patrón discernible y sobreexpresan GFAP y otros marcadores de astrocitos como glutamina sintetasa (GS, una enzima esencial en los astrocitos para realizar la conversión del neuro-

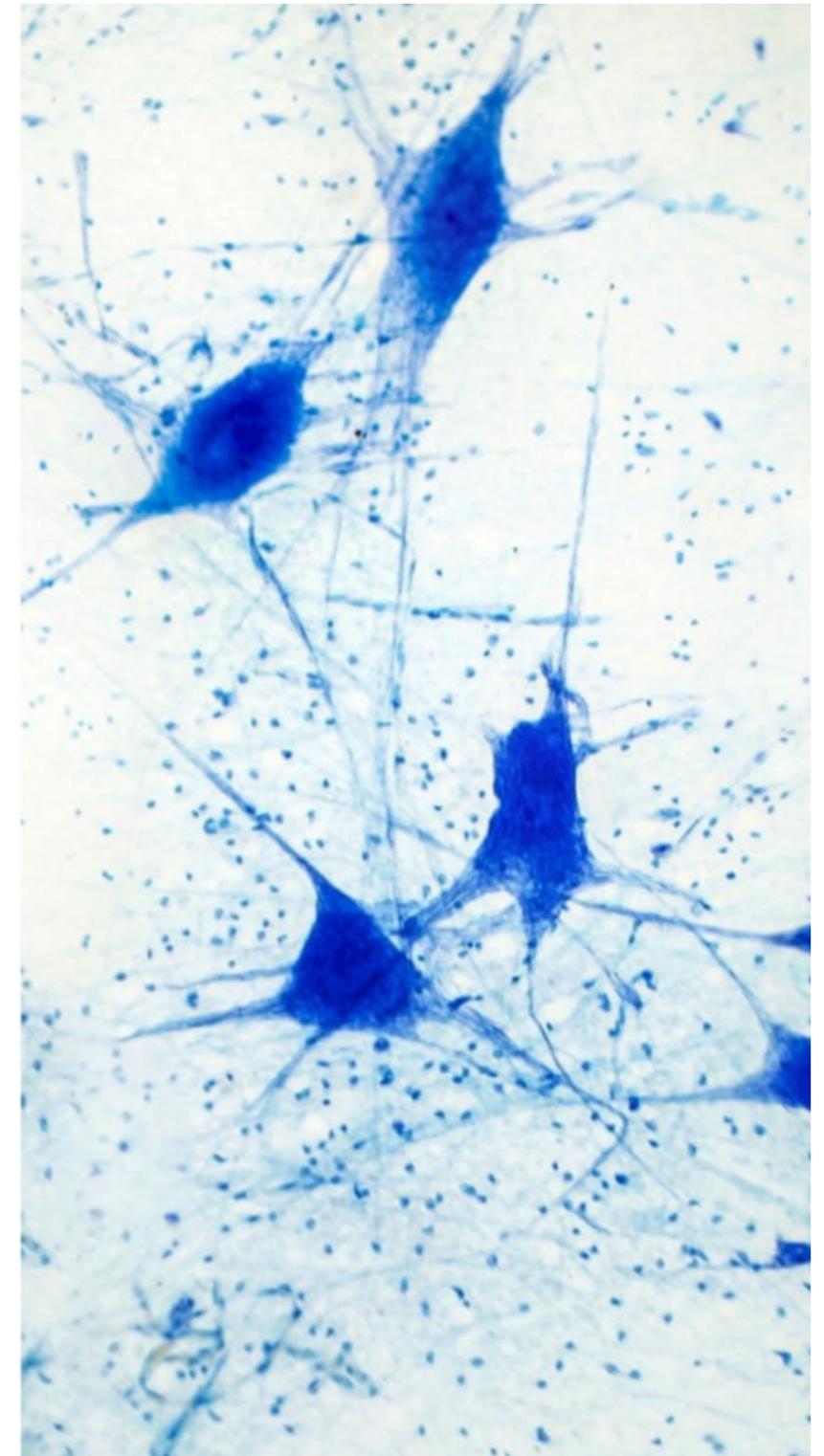
transmisor glutamato en glutamina) y la proteína multifuncional S100β (Sofroniew y Vinters, 2010).

Un ejemplo de este tipo de gliosis son los astrocitos positivos a S100β que aumentan drásticamente en el cerebro de los pacientes con enfermedad de Alzheimer y durante otros eventos neuropatológicos, como en el síndrome de Down. Esto podría favorecer los eventos mediados por calcio en la enfermedad de Alzhei-

mer, como la fosforilación excesiva de la proteína tau presente en marañas neurofibrilares, que finalmente podría resultar en la muerte neuronal que caracteriza a esta enfermedad (Van Eldik y Griffin, 1994).

Mediante análisis transcriptómicos se han tratado de descifrar los genes involucrados durante la astrogliosis reactiva. Así, por ejemplo, se ha visto que procesos neuroinflamatorios e isquémicos inducen dos tipos de astrocitos denominados tipo “A1” y “A2”. Los astrocitos neuroinflamatorios A1 regulan positivamente muchos genes de la cascada del complemento que son destructivos para las sinapsis, sugiriendo que los A1 tienen funciones dañinas en las células nerviosas. Mientras que los astrocitos A2 inducidos por isquemia regulan positivamente factores neurotróficos que promueven la supervivencia y el crecimiento neuronal, por lo que se ha sugerido que los A2 tienen funciones reparadoras en el sistema nervioso.

A partir de estos hallazgos se han esclarecido algunas preguntas en relación a los diferentes estados de los astrocitos reactivos; sin embargo se desconoce si múltiples perfiles reactivos pueden ser activados en diferentes eventos patológicos (Liddel y Barres, 2017). Lo que sí se tiene claro es que dependiendo de la severidad del daño, el proceso de gliosis puede clasificarse en tres etapas: 1) astrogliosis leve-moderada, 2) astrogliosis severa difusa y 3) astrogliosis severa con formación de tejido cicatrizante. La fase de astrogliosis leve-moderada comprende hipertrofia celular, cambios en la expresión molecular



y la actividad funcional de los astrocitos. Tales cambios dependen de la gravedad del daño y ocurren después de un traumatismo leve, o en sitios distantes de una lesión más grave, cuando hay alteraciones metabólicas, infecciones leves o una reacción inflamatoria (figura 2).

En la gliosis severa difusa, además de las alteraciones que ocurren en la situación leve-moderada, también hay proliferación astrocítica que provoca una reorganización duradera en la arquitectura tisular en áreas donde hay lesiones o infecciones graves. En el caso más extremo, se forma un tejido cicatrizante durante la astrogliosis severa, en los límites donde ocurren las lesiones tisulares graves, con el fin de evitar que el daño se expanda al tejido sano o restringir el avance de una infección para promover la reparación del tejido dañado. La cicatriz glial puede ser compacta, en la que los astrocitos tienen procesos densamente superpuestos, o madura si persiste por periodos prolongados y actúa como barrera no sólo para la regeneración de axones, también para las células inflamatorias, agentes infecciosos y las células que no pertenecen al SNC, de manera que protegen el tejido sano de las áreas cercanas de inflamación intensa (Sofroniew y Vinters, 2010).

Los cambios en la estructura del sistema nervioso producidos en un caso severo de astrogliosis reactiva pueden permanecer por días, meses, años e incluso décadas, después del inicio del daño. Esto se debe a que la astrogliosis y la formación de la cicatriz glial puede ser inducida, re-

gulada o modulada por una amplia variedad de moléculas extracelulares liberadas por células neuronales y no-neuronales intrínsecas al SNC como microglía, oligodendrocitos, pericitos, células endoteliales y otros astrocitos, pero también células no-neurales que logran entrar al CNS (leucocitos y agentes infecciosos microbiales), los cuales liberan moléculas de señalización intercelular que van desde factores de crecimiento, citocinas, neurotransmisores, purinas, especies reactivas de oxígeno, péptido β -amiloide y reguladores de la proliferación celular.

Otros factores como: STAT3, NFkB, SOCS3, Nrf2, AMPc, Olig2, etc., participan en las vías de señalización intracelular implicadas en el aumento de GFAP, hipertrofia celular, proliferación y, en general, en la mediación de los diferentes grados de astrogliosis reactiva (Sofroniew, 2009). La astrogliosis es un proceso secundario observado durante el envejecimiento y en muchas condiciones neuropatológicas. Curiosamente, en cepas de ratones mutantes de mielina, como el ratón *jimpy*, la rata *mdy taiep*, la gliosis es grave, no obstante, el crecimiento axonal no se ve afectado (Smith *et al.*, 2013). Esto ha cuestionado el papel fisiológico de la astrogliosis con respecto a la influencia beneficiosa o perjudicial en el SNC. Los neurocientíficos han sugerido que la densa red de procesos celulares de astrocitos que pueden acumularse en el tejido cicatricial cumple funciones importantes, por un lado actúa como barrera aislando y protegiendo el tejido intacto de las lesiones, y por otro impide la regeneración axonal y tisular.

Otro tipo de alteraciones en la que están implicados los astrocitos son las astrocitopatías, las cuales se desarrollan cuando hay cambios en las funciones normales de los astrocitos en un tejido sano, estos trastornos pueden ser causados por una “astrogliosis anormal” y ser la causa principal de una astrocitopatía, disfunción neurológica y enfermedad. Las astrocitopatías fueron descritas en 2016, en Estados Unidos, y se caracterizan por la inflamación del SNC, conocida como meningoencefalitis, y la presencia de anticuerpos contra la proteína GFAP. Pueden afectar cualquier región anatómica, desde el nervio óptico hasta la médula espinal. No se conocen las causas, pero algunos casos se han asociado con diferentes tipos de cánceres, con encefalomiелitis y parkinsonismo (Tomczak *et al.*, 2019). La neuromielitis óptica es otra enfermedad autoinmune desmielinizante inflamatoria clasificada como astrocitopatía, caracterizada por la pérdida de inmunorreactividades de las proteínas GFAP y del canal permeable al agua, acuaporina 4 (AQP4, por sus siglas en inglés) que normalmente expresan los astrocitos (Lucchinetti *et al.*, 2014). Estas enfermedades abrieron un campo de estudio, ya que aún no existen criterios uniformes de diagnóstico o un consenso para definir las astrocitopatías, y aunque se han aplicado esteroides como tratamiento, la respuesta en algunos pacientes es muy variable e incluso algunos no sobreviven.

Muchas enfermedades neurológicas tienen mecanismos en común que los astrocitos podrían contraatacar; no obstante, en muchas ocasiones los estímulos dañinos sobrepasan la capacidad de los astrocitos para generar mecanismos de neuroprotección. La astrogliosis se caracteriza por alteraciones celulares, moleculares y funcionales notables en los astrocitos reactivos (figura 2), que si no se contrarresta en la etapa postaguda o crónica temprana, después de la lesión genera consecuencias indeseadas. Por ejemplo, la desorganización de los astrocitos durante la astrogliosis reactiva puede fomentar que no se lleven a cabo correctamente las funciones de regulación de concentraciones de iones y recaptura de neurotransmisores. Además, la cicatriz glial produce altos niveles de componentes inhibidores, en particular los proteoglicanos de condroitín sulfato (CSPG, por sus siglas en inglés), que forma barreras químicas y físicas y evita el alargamiento de los axones después de una lesión en el SNC.

De todas las señales inhibitorias en el entorno del SNC, los CSPG parecen ser factores clave en el bloqueo de la regeneración de axones. En varios modelos experimentales se ha demostrado que los CSPG aumentan su producción después de una lesión del SNC, y la inhibición de los CSPG que expresan las células precursoras de oligodendrocitos

EL LADO OSCURO DE LA ASTROGLIOSIS REACTIVA

y astrocitos se asocia con una mejor regeneración axonal después de un traumatismo tanto en cerebro como en médula espinal (Li *et al.*, 2016). Adicionalmente, algunos estudios transgénicos revelan el potencial que tiene la astrogliosis para exacerbar la inflamación después de una lesión traumática o incluso durante una

enfermedad autoinmune. Si bien los astrocitos reactivos están presentes en el tejido del SNC dañado o degenerado, se les han atribuido directamente a la generación de efectos negativos, sin embargo existen puntos de vista opuestos en relación a si los astrocitos reactivos se pudieran considerar “amigos o enemigos”.

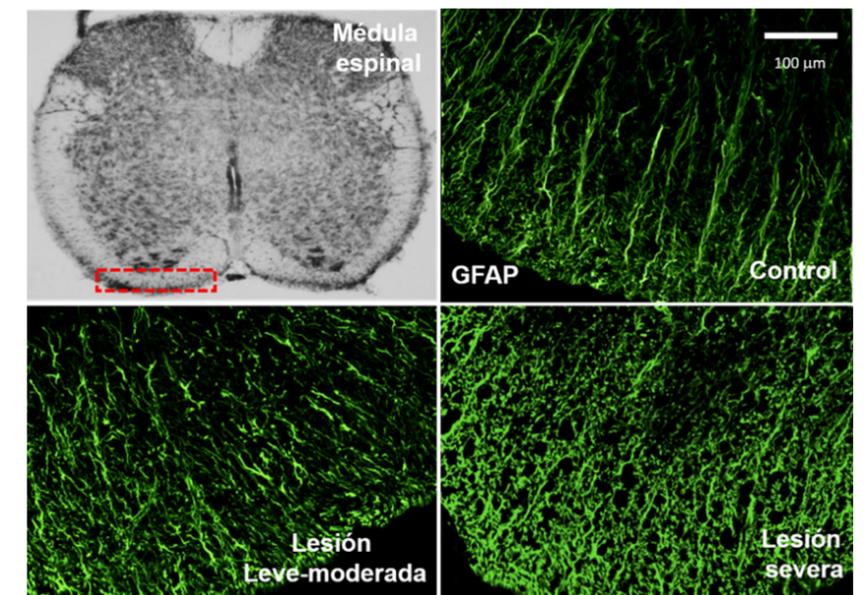


Figura 2. Ejemplo de astrogliosis reactiva que ocurre cuando se induce experimentalmente una lesión por compresión en la médula espinal. Se analizó un segmento de la sustancia blanca (recuadro punteado rojo) en tres condiciones: 1) control, donde se observan los procesos celulares de los astrocitos GFAP+ (fibras color verde); 2) lesión leve-moderada (compresión por 30 seg) produjo mayor expresión de los procesos celulares GFAP+; y 3) lesión severa (compresión por 1 min), la cual exacerbó el número de los procesos celulares GFAP+, con un evidente desarreglo en la sustancia blanca (cortes e imágenes procesadas por la Dra. Cynthia Sámano S. en el Laboratorio de Biología Celular, UAM-C).

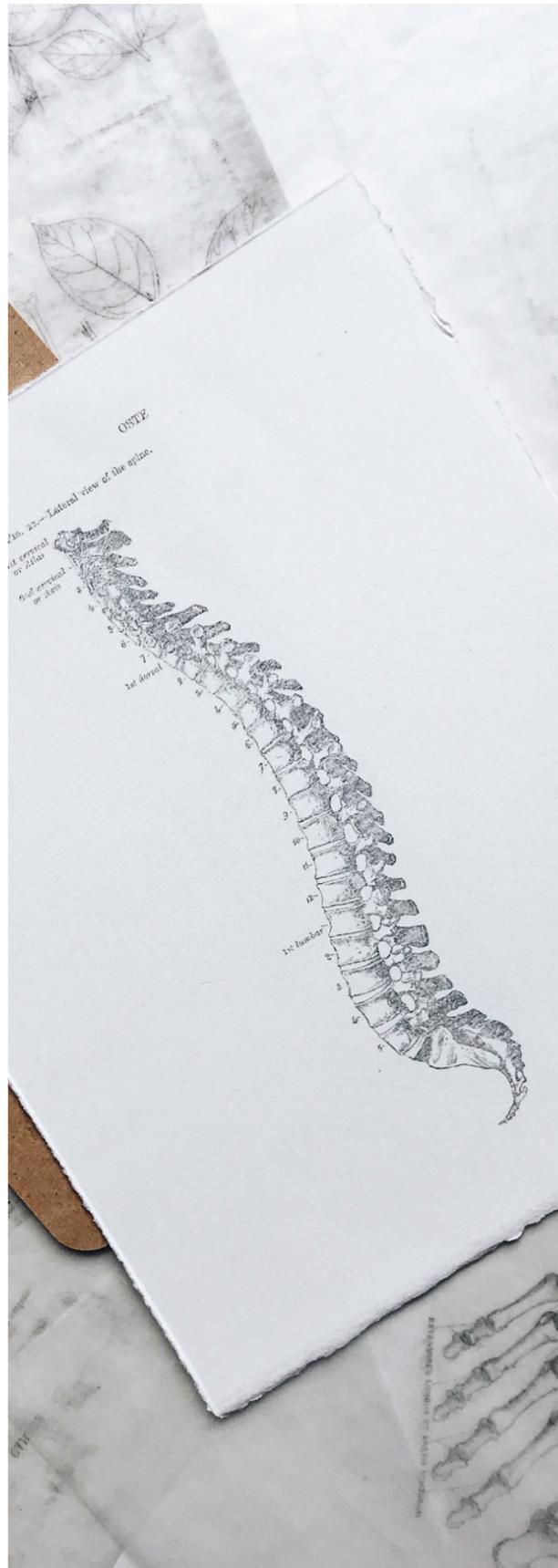
EL LADO AMISTOSO DE LA ASTROGLIOSIS REACTIVA

Por mucho tiempo, la astrogliosis fue considerada como una reacción fundamentalmente dañina para la recuperación funcional. Esta noción ha sido refutada por los estudios experimentales que han mostrado que en respuesta a la mayoría, si no es que a todas las agresiones del SNC, la astrogliosis inicia como un proceso adaptativo y beneficioso dirigido a la reparación de heridas y preservación de la función neurológica. Sin embargo, es importante comprender que también genera efectos negativos que son regulados por mecanismos de señalización específicos que dependerán del grado y tipo de daño en el SNC. Curiosamente, diversos estudios experimentales han mostrado que la astrogliosis es un proceso necesario, ya que su inhibición aumenta la inflamación, el daño tisular y limita la recuperación funcional después de una lesión traumática en el SNC o una lesión isquémica. Otros estudios han mostrado que el control del pH que ejercen los astrocitos puede reducir la excitotoxicidad del glutamato durante la isquemia (Pekny y Pekna, 2014).

Entre otros beneficios de la astrogliosis reactiva, reduce la infiltración de leucocitos y promueve la reparación de la barrera hemato-encefálica, limita la neurodegeneración y ralentiza la progresión de enfermedades neurodegenerativas, también limita la pérdida neuronal en un accidente cerebrovascular isquémico y neurotrauma, debido a que contrarresta el estrés hiposmótico y remueve el exceso de especies reactivas de oxígeno (Sofroniew, 2009; Sofroniew y Vinters, 2010). Pero quizá el efecto que se considera más perjudicial de la astrogliosis es la inhibición de la regeneración del axón por las cicatrices astrogiales, después del daño en el SNC. No obstante, este efecto perjudicial debe considerarse también en el contexto de las funciones protectoras esenciales que desempeñan las cicatrices de los astrocitos, porque restringen la inflamación y promueven la protección del tejido sano adyacente a las lesiones (Sofroniew, 2009; Sofroniew y Vinters, 2010; Pekny y Pekna, 2014).

De hecho, un gran hallazgo fue que la presencia de la cicatriz astrogial, cuando se combina con un gel que contiene factores de crecimiento, promueve el recrecimiento de axones después de inducir daño en la médula espinal en ratones (Liddel y Barres, 2016). Estos datos han hecho que se cuestione si prevenir o eliminar las cicatrices de los astrocitos hace más daño que bien.

De todas las señales inhibitorias en el entorno del SNC, los CSPG parecen ser factores clave en el bloqueo de la



regeneración de axones. En varios modelos experimentales se ha demostrado que los CSPG aumentan su producción después de una lesión del SNC, y la inhibición de los CSPG que expresan las células precursoras de oligodendrocitos.

CONCLUSIONES

La astrogliosis reactiva es un proceso adaptativo y conservado en la evolución; sin embargo, es un arma de dos filos: si bien es un mecanismo de defensa que cumple funciones esenciales de reparación y protección para minimizar el daño inicial en los tejidos después de las lesiones del SNC, en determinadas situaciones puede mostrar efectos dañinos, lo cual dependerá de diversos factores y situaciones para que una u otra condición se desarrolle. Finalmente, conocer y estudiar a profundidad este mecanismo conlleva a explorar la posibilidad de encontrar posibles blancos terapéuticos cuando se presenta un proceso de astrogliosis reactiva en diferentes situaciones neuropatológicas.

REFERENCIAS

Alberini, C.M., Cruz, E., Descalzi, G., et al. (2018). Astrocyte glycogen and lactate: New insights into learning and memory mechanisms. *Glia*. 66(6):124-1262. <https://doi.org/10.1002/glia.23250>

Araque, A., Parpura, V., Sanzgiri, R.P., et al. (1999). Tripartite synapses: glia, the unacknowledged partner. *Trends Neurosci*. 22(5):208-15.

Buffo, A., Rite, I., Tripathi, P., et al. (2008). Origin and progeny of reactive gliosis: A source of multipotent cells in the injured brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 105(9):3581-3586. <https://doi.org/10.1073/pnas.0709002105>

Diamond, M.C., Scheibel, A.B., Murphy, G M., Jr, et al. (1985). On the brain of a scientist: Albert Einstein.

Experimental neurology. 88(1):198-204. [https://doi.org/10.1016/0014-4886\(85\)90123-2](https://doi.org/10.1016/0014-4886(85)90123-2)

Escartin, C., Guillemaud, O., y Carrillo-de Sauvage, M.A. (2019). Questions and (some) answers on reactive astrocytes. *Glia*. 67(12):2221-2247. <https://doi.org/10.1002/glia.23687>

Jessen, K.R. (2008). Glial cells. *The international journal of biochemistry & cell biology*. 36(10):1861-1867. <https://doi.org/10.1016/j.biocel.2004.02.023>

Liddel, S.A., y Barres, B.A. (2016). Regeneration: Not everything is scary about a glial scar. *Nature*. 532(7598):182-183. <https://doi.org/10.1038/nature17318>

Liddel, S.A., y Barres, B.A. (2017). Reactive Astrocytes: Production, Function, and Therapeutic Potential. *Immunity*. 46(6):957-967. <https://doi.org/10.1016/j.immuni.2017.06.006>

Li, K., Li, J., Zheng, J., et al. (2019). Reactive Astrocytes in Neurodegenerative Diseases. *Aging and disease*. 10(3):664-675. <https://doi.org/10.14336/AD.2018.0720>

Li, G., Cao, Y., Shen, F., et al. (2016). Mdivi-1 Inhibits Astrocyte Activation and Astroglial Scar Formation and Enhances Axonal Regeneration after Spinal Cord Injury in Rats. *Frontiers in cellular neuroscience*. 10:241. <https://doi.org/10.3389/fncel.2016.00241>

Lucchinetti, C.F., Guo, Y., Popescu, B.F., et al. (2014). The pathology of an autoimmune astrocytopathy: lessons learned from neuromyelitis optica. *Brain pathology (Zurich, Switzerland)*. 24(1):83-97. <https://doi.org/10.1111/bpa.12099>

Mi sistema inmune. (2017). Neurons and neuroglial cells. Disponible en: <https://www.misistemaimune.es/la-microglia-en-el-sistema-nervioso-central/>

Pekny, M., y Pekna, M. (2014). Astrocyte reactivity and reactive astrogliosis: costs and benefits. *Physiological reviews*. 94(4):1077-1098. <https://doi.org/10.1152/physrev.00041.2013>

Savtchouk, I., y Volterra, A. (2018). Gliotransmission: Beyond Black-and-White. *The Journal of neuroscience*:

the official journal of the Society for Neuroscience. 38(1):14-25. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0017-17.2017>

Smith, C.M., Cooksey, E., y Duncan, I.D. (2013). Myelin loss does not lead to axonal degeneration in a long-lived model of chronic demyelination. *The Journal of neuroscience: the official journal of the Society for Neuroscience*. 33(6):2718-2727. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4627-12.2013>

Sofroniew, M.V. (2009). Molecular dissection of reactive astrogliosis and glial scar formation. *Trends in neurosciences*. 32(12):638-647. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2009.08.002>

Sofroniew, M.V., y Vinters, H.V. (2010). Astrocytes: biology and pathology. *Acta neuropathologica*. 119(1):7-35. <https://doi.org/10.1007/s00401-009-0619-8>

Tomczak, A., Su, E., Tugizova, M., et al. (2019). A case of GFAP-astroglial autoimmunity presenting with reversible parkinsonism. *Multiple sclerosis and related disorders*. 39:101900. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.msard.2019.101900>

Van Eldik, L.J., y Griffin, W.S. (1994). S100 beta expression in Alzheimer's disease: relation to neuropathology in brain regions. *Biochimica et biophysica acta*. 1223(3):398-403.

Verkhatsky, A., y Nedergaard, M. (2018). Physiology of Astroglia. *Physiological reviews*. 98(1):239-389. <https://doi.org/10.1152/physrev.00042.2016>

Verkhatsky, A., Ho, M.S., Zorec, R., et al. (2019). The Concept of Neuroglia. *Advances in experimental medicine and biology*. 1175:1-13. https://doi.org/10.1007/978-981-13-9913-8_1

von Bartheld, C.S., Bahney, J., yerculano-Houzel, S. (2016). The search for true numbers of neurons and glial cells in the human brain: A review of 150 years of cell counting. *The Journal of comparative neurology*. 524(18):3865-3895. <https://doi.org/10.1002/cne.24040>



VIOLENCIA FAMILIAR

en Nuevo León en tiempos de COVID-19

MARÍA MARCELA GRANADOS SHIROMA*

La violencia familiar es considerada como el abuso de poder físico, psicológico, sexual, social, económico, patrimonial, moral, hacia cualquier integrante de la familia, ya sea por lazos consanguíneos, civiles, afectivos, políticos y de confianza, con el propósito de someter, dominar, controlar o agredir por acción, amenaza u omisión, ya sea dentro o fuera del domicilio familiar. La relación de abuso es una forma de interacción enmarcada en un desequilibrio de poder, que atenta contra la integridad de la persona que la vive. Las consecuencias son muy amplias y ocasionan algún tipo de daño, lesión, incapacidad e incluso la muerte.

La violencia familiar es un problema de salud pública, educación, seguridad, político, cultural, social, de derechos humanos y económico que por sus características requiere ser abordado en forma inter e intradisciplinaria, institucional y sectorial. Si bien la obtención de datos e información al respecto debe siempre desarrollarse sobre una base ética metodológica y de seguridad para quienes brindan y reciben la información, en este tiempo de confinamiento se requiere agudizar estas bases ya que las personas que viven violencia se han visto obligadas a permanecer más tiempo en sus casas junto con los agresores(as), quedando en situación de indefensión y aislamiento social los grupos más vulnerables, las mujeres, niñas, niños, personas con discapacidad y adultos mayores.

Por otro lado, la posibilidad de que la persona que vive la violencia pueda tener acceso a algún medio de comunicación, ya sea electrónico, físico o personal con alguna persona externa, queda limitado debido a la mayor vigilancia y control por la persona agresora.

*Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: marcela.granados.shiroma@gmail.com



ANTECEDENTES

La confirmación del primer caso de COVID-19 causada por el coronavirus SARS-CoV-2 fue en la ciudad de Wuhan, China, en diciembre de 2019; el virus llegó a México en febrero de 2020. Esta situación obligó a implementar estrategias y medidas preventivas a nivel mundial con el propósito de mitigar su transmisión, algunas de ellas fueron el uso de cubrebocas, la cuarentena para casos positivos, el confinamiento domiciliario, distanciamiento social, cierre de escuelas, universidades, oficinas, negocios y servicios considerados como no esenciales, obligando a la población a permanecer más tiempo en casa. En México, la cuarentena dio inicio el 23 de marzo, obligando al cierre de las actividades económicas con excepción de los servicios esenciales.

Este periodo prolongado (actualmente 11 meses), aunado a la inseguridad económica, miedo al contagio, mayor demanda por los miembros de la familia, entre otras, exacerba la tensión y estrés, pudiendo manifestarse en violencia en el interior de la familia. Situación difícil de conocer, dado que las medidas implementadas dificultan la posibilidad de realizar alguna denuncia por la presencia de la persona agresora en casa. Si bien, la reapertura económica en Nuevo León se ha dado por etapas, las medidas preventivas continúan, dado el número de casos registrados. La Secretaría de Salud en Nuevo León (12 noviembre 2020), señala que el número de casos confirmados es de 89,756; defunciones 4,981; sospechosos 929 y recuperados 77,904.

El Instituto Nacional de las Mujeres (Inmujeres, 2020), en *El reporte de violencia contra las mujeres: indicadores básicos en tiempo de pandemia*, señala que cerca de 66% ha experimentado violencia en alguna etapa de su vida, y 43.9% de las mujeres de 15 años o más de edad han experimentado violencia por su esposo o pareja actual o último. El Observatorio Nacional Ciudadano (2020) refiere que de acuerdo con el Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), la distribución porcentual en casos de violencia en niñas de 1 a 11 años de edad es de 51.3%, y de 12 a 17 años es de 65.4%;



en cuanto a los niños, en los mismos grupos de edad, fue de 48.7 y 34.6%, respectivamente.

La misma fuente refiere que en el primer trimestre de 2020, la Red Nacional de Refugios incrementó un 77% la solicitud de ingreso. A nivel nacional el número de llamadas al 911 (2020) por violencia familiar fue de 587,169 en el periodo de enero a octubre de 2020. La información sobre violencia familiar contra los hombres adultos es más difícil de encontrar, esto quizá por el contexto sociocultural, lo mismo sucede con otros grupos de población. En el caso

de Nuevo León, la Fiscalía General de Justicia (2020) informa que hasta octubre de 2020 se tenían 15,170 denuncias de violencia familiar, un aumento importante de 9.65% en relación al primer semestre de 2019. El Instituto Estatal de las Mujeres en Nuevo León reporta 41,272 casos a octubre de 2020, siendo 2% en menores de 11 años de edad (825 casos).

Las consecuencias de la violencia familiar han sido ampliamente estudiadas, desde lesiones físicas en diferentes grados, que pueden dejar complicaciones, discapacidad e incluso la muerte. Daños psicológicos, sociales, económicos, patrimoniales, por mencionar algunos, que dependen de diversos factores, como el tipo de violencia ejercida, parentesco, edad, género, discapacidad, arma utilizada, entre otros. Existen instancias y programas públicos y de la sociedad civil que atienden este problema, sin embargo el confinamiento por COVID-19 ha hecho que quienes ejercen violencia puedan tener mayor control sobre las actividades y comunicación de los miembros de la familia, reduciendo o eliminando las redes de apoyo que pudieran tener. Estas condiciones representan un reto de investigación y estudio para poder identificar y brindar la atención adecuada. La pregunta de investigación es ¿los datos estadísticos e información presentada sobre violencia familiar por las instancias oficiales reflejan la situación real?

En este trabajo conoceremos la situación de la violencia familiar en Nuevo León con base en los casos reportados, bajo las condiciones de confinamiento causado por la COVID-19.

MÉTODO

Se trata de una investigación bibliográfica, ya que debido a la situación de confinamiento por la COVID-19, la obtención de datos por fuente primaria representaría un riesgo para las personas que viven violencia familiar, por las causas detalladas anteriormente y por las restricciones sanitarias implementadas.

Para tener una visión macro del problema, como primera instancia se realizó una búsqueda documental para conocer y explorar las fuentes relacionadas con “Violencia familiar y confinamiento por COVID-19” en sitios web de instancias gubernamentales, autónomas, de seguridad, justicia y de organismos no gubernamentales, así como en los buscadores Google y Google Scholar, durante el periodo comprendido de enero al 15 de noviembre de 2020, de lo que resultaron 320 referencias. Posteriormente, la selección de publicaciones relevantes se basó en los siguientes criterios de inclusión: presentar información sobre México o Nuevo León, tipo de institución u organismo que presenta la información, fuente, estadísticas de casos de violencia familiar por denuncias, servicios prestados, llamadas a teléfonos de emergencia e investigaciones judiciales, resultando 21 publicaciones que se referían a México y cinco a Nuevo León. Posteriormente se analizó y comparó la información con las diferentes fuentes oficiales.

RESULTADOS

Sobre la base de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (Inegi, 2019), para el tercer trimestre de 2019 en Nue-



vo León, con relación al número de habitantes por grupos de edad y sexo; de las estimaciones de los Institutos Nacional y Estatal de las Mujeres referentes a la población que vive violencia familiar, así como de los casos de violencia familiar reportados por la Fiscalía General de Justicia del Estado de Nuevo León, se estima que de 1'737,453 mujeres de 15 años o más de edad que hay en el estado, 66.1% de ellas, esto es 1'148,456, han vivido violencia de cualquier tipo y de cualquier agresor. Del total de mujeres de 15 años o más de edad, 66% (1'146,719) alguna vez ha estado unida en pareja, y se menciona que 43.9% (503,409) han experimentado violencia por su esposo o pareja actual o último.

Los datos reportados de violencia familiar por la Vicefiscalía del Ministerio Público de Nuevo León (2020) y el Instituto Estatal de las Mujeres (2020) de enero a octubre del mismo año reflejan una diferencia de 26,102 casos.

De los 41,272 casos registrados por el Instituto Estatal de las Mujeres, 2% son en menores de 11 años, lo que corresponde a 825 casos. Si este 2% se proyectara a 896,068, que es la población de 0-11 años de edad, la cifra sería de 17,921 casos.

De acuerdo con el secretario ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, de enero a octubre de 2020 se contabilizaron 184,462 carpetas iniciadas por el delito penal de violencia familiar contra hombres y mujeres, ubicando a Nuevo León en el segundo lugar.

El registro de llamadas de emergencia relacionadas con incidentes de violencia familiar presenta información muy relevante, de enero oc-

tubre de 2020 se recibieron 13'529,255 llamadas de emergencia al 911 a nivel nacional, de éstas, 4.34% (586,834) fueron por violencia familiar, siendo de Nuevo León 68,451, ubicándose en el segundo lugar. El 1.49% (201,586) de llamadas fue por violencia de pareja, y para Nuevo León fueron 19,828, y 1.64% (221,323) por violencia contra la mujer, de estas últimas, 2,704 fueron de Nuevo León. Esta misma fuente menciona que, en Nuevo León, 96.4 llamadas de emergencia están relacionadas con violencia contra las mujeres, por cada 100 mil mujeres. Si se comparan los registros de los últimos cinco años para el mismo periodo de enero a octubre, el número más bajo de llamadas de emergencia relacionadas con incidentes de violencia familiar registrado corresponde a 2020, con 586,834. En 2019 fueron 718,019 llamadas, y 647,940 en 2018.

Por otro lado, se hace referencia a la disminución de un 40.45% (2020) de presupuesto a la Comisión Nacional para Prevenir y Erradicar la Violencia Contra las Mujeres.

CONCLUSIONES

Los censos, registros administrativos, encuestas y entrevistas son algunos de los métodos de recolección y generación de datos más comunes a través de las fuentes primarias, sin embargo, debido al confinamiento y a la emergencia sanitaria, la investigación y estudio de la violencia familiar debe considerar otros métodos con base en una rigurosa ética metodológica y de seguridad, ya que las familias se han visto obligadas a permanecer en casa por largos periodos, incluida la persona agresora. Un elemento que se presenta en la violencia familiar es el aislamiento social, mismo que la

contingencia sanitaria facilitó, no únicamente limitando la salida de la persona que vive violencia, sino también limitando su acceso a otros medios de comunicación, dada la estrecha vigilancia y supervisión de la persona agresora.

Esta situación ha influido en la generación de datos relacionados con violencia familiar, por lo que es importante considerar que la incidencia de la violencia familiar no se ve reflejada en los registros de las carpetas de investigación del Sistema Nacional de Seguridad Pública (SNSP), en las llamadas de emergencia al 911, en las denuncias, servicio y registros del DIF, de los Institutos de las Mujeres, y de otras instancias públicas y civiles, ya que sólo refleja a quienes se arriesgaron en hacer la denuncia o la solicitud de auxilio. Además de ello, las estadísticas presentadas por los organismos públicos muestran importantes diferencias que pudieran ser interpretadas lejos de la realidad, una de ellas son las llamadas de emergencia relacionadas con incidentes de violencia familiar, las cuales disminuyeron en 2020 en comparación con los años anteriores, y no es que la violencia familiar haya disminuido, sino que los obstáculos y riesgos para denunciar o solicitar auxilio son mayores, estando la persona agresora en casa.

Tener una visión global, conocer el problema de la violencia de género y contar con estadísticas confiables que reflejen la realidad, permiten la toma de decisiones, la asignación de recursos, presupuestos, el desarrollo de políticas, programas, entre otras estrategias, por lo que resulta de suma importancia y prioritario que ante esta nueva realidad se planteen e implementen nuevas formas, seguras,



diversas, éticas y confiables de visibilizar a las mujeres que viven violencia y otros grupos vulnerables afectados, así como prevenirla y erradicarla.

REFERENCIAS

Cámara de Diputados LXIV Legislatura. (2020). *Posicionamiento para solicitar a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público que en apego a las disposiciones aplicables a la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria no se reduzcan los recursos del Anexo 13 "Erogaciones para la igualdad entre mujeres y hombres", y sean considerados como programas prioritarios, especialmente los que se refieren a la alerta de violencia de género contra las mujeres (AVGM) Boletines-julio 2020-POSICIONAMIENTO*. Disponible en: <https://comunicacionnoticias.diputados.gob.mx/comunicacion/index.php/boletines/posicionamiento-#gsc.tab=0>

Fernández N., B. (23 de abril del 2020) *Domestic violence in México in times of COVID-19*. Data-Pop Alliance. Disponible en: <https://datapopalliance.org/domestic-violence-in-mexico-in-times-of-covid-19/>

Fiscalía General de Justicia del Estado de Nuevo León. (2020). *Estadísticas sobre violencia familiar*. Disponible en: <https://fiscalianl.gob.mx/estadisticas/estadistica-de-violencia-familiar-en-nuevo-leon/>

Gobierno de México. Inmujeres. (2020). *Violencia contra las mujeres. Indicadores básicos en tiempos de pandemia*. Disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/558770/vcm-indicadores911.pdf>

Gobierno de Nuevo León. (2020). *Informe estadístico del BAESVIM sobre casos de violencia contra las mujeres*.

Enero a octubre 2020. Disponible en: <https://www.nl.gob.mx/publicaciones/informe-estadistico-del-baesvim-sobre-casos-de-violencia-contra-las-mujeres-2020>

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2019). *Estadísticas a propósito del Día Internacional de la Eliminación de la Violencia Contra la Mujer (25 de Noviembre)*. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2019/Violencia2019_Nal.pdf

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2019). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE). Población por rangos de edad y sexo. Data Nuevo León*. Disponible en: <http://datos.nl.gob.mx/nl-poblacion-por-rangos-de-edad-hombres/>

La Silla Rota. (2020). *Aumenta violencia familiar y 4T reduce servicios de atención a mujeres*. Disponible en: <https://lasillarota.com/lacaderadeeva/aumenta-violencia-familiar-y-4t-reduce-servicios-de-atencion-a-mujeres/431530>

Míreles, A. (2020). Confinados con su agresor: por qué la COVID-19 recrudesció la violencia familiar en México. *Infobae*. Disponible en: <https://www.infobae.com/america/mexico/2020/07/22/confinados-con-su-agresor-por-que-el-covid-19-recrudescio-la-violencia-familiar-en-mexico/>

Observatorio Género y COVID-19 en México. (2020). *Violencia familiar y refugios*. Disponible en: <https://genero-covid19.gire.org.mx/tema/jornales-agricolas/>

Observatorio Nacional Ciudadano. (2020). *El confinamiento como agravante de la violencia familiar*. Disponible en <https://onc.org.mx/uploads/ViolenciaFamiliar.pdf>

Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. Oficina de Enlace

y Parteneriado en México. (2020). *La UNODC monitorea las tendencias de violencia contra las mujeres durante el confinamiento por COVID-19*. Disponible en: https://www.unodc.org/mexicoandcentralamerica/es/webstories/2020/06_09_UNODC_CdE_monitorea_violencia_COVID19.html

Romero G., V. (2020). Desaparecer las violencias en tiempos de COVID: el caso de la violencia sexual y los embarazos forzados en México. *Ciencia UANL*. 23(102). Disponible en <http://cienciauanl.uanl.mx/?p=10147>

Secretaría de Salud de Nuevo León. (2020). *Casos de COVID-19 en Nuevo León*. Disponible en <https://www.nl.gob.mx/publicaciones/casos-de-covid-19-en-nuevo-leon>

Secretario Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública. (2020). *Información sobre violencia contra las mujeres. Incidencia delictiva y llamadas de emergencia 911*. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1err78aRUv63aU1_HipYKE_VgAcEdC2tN/view

Senado de la República. Coordinación de Comunicación Social. (2020). *Confinamiento, incertidumbre y situación económica disparan violencia familiar, señala estudio del IBD*. Disponible en: <http://comunicacion.senado.gob.mx/index.php/informacion/boletines/48468-confinamiento-incertidumbre-y-situacion-economica-disparan-violencia-familiar-senala-estudio-del-ibd.html>

Signos Vitales. El pulso de México. (2020). *La pandemia en México. Dimensión de la tragedia. Violencia intrafamiliar y depresión*. Disponible en: https://www.animalpolitico.com/wp-content/uploads/2020/07/Pandemia-en-Me%CC%81xico_reporte2020_SIGNOS-VITALES.pdf



ECTOMICORRIZAS,

SU PAPEL POTENCIAL EN LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Griselda Chávez-Aguilar*, Marlin Pérez-Suárez**,
Cristina Burrola-Aguilar**

La concentración atmosférica de dióxido de carbono (CO₂) se ha elevado 32% (406 ppm) desde la época preindustrial (278 ppm) a la actualidad, esto ha causado un calentamiento global de aproximadamente 1.2°C, y existe la probabilidad de que dicho incremento llegue a 1.5°C entre 2030 y 2052, de continuar aumentando la temperatura al ritmo actual (IPCC, 2019). Lo anterior puede generar cambios no sólo en la cantidad de precipitación, sino en la frecuencia de las lluvias y de eventos extremos como huracanes, ciclones, sequías extremas y heladas severas, lo que pudiera afectar la estructura y funcionamiento de los ecosistemas terrestres (Stuart y Plett, 2020). Por ello, la mitigación del cambio climático es prioridad en las agendas de investigación y políticas ambientales, cuyo objetivo es reducir las concentraciones atmosféricas de CO₂. Una de las principales estrategias de mitigación es la captura y fijación de CO₂ en la

biomasa aérea y de raíces (resultado de la fotosíntesis), esperando que esto redunde en el incremento de los reservorios de carbono (C) en los suelos, donde puede ser almacenado por periodos de tiempo más prolongados (mayor estabilidad) que en la atmósfera y tejido vegetal.

Los microorganismos del suelo, en particular, pueden participar activamente tanto en el secuestro como en la fijación de C en el suelo. En este sentido, las ectomicorrizas (ECM, asociaciones entre los hongos y las raíces de las plantas), son reconocidas como una vía importante de transferencia y acumulación de C en el suelo, con gran potencial en la mitigación del CO₂ atmosférico; más aún en aquellas zonas degradadas o reforestadas donde las ECM promueven el establecimiento y crecimiento de individuos arbóreos. Muchos de éstos, al presentar cuerpos fructíferos comestibles, incrementan no

sólo la productividad forestal y los almacenes de C, sino que brindan el beneficio sociocultural de la relación biológica raíz-hongo (Rojas-Alvarado y Doss, 2014; Garibay-Orijel *et al.*, 2020). Se estima que 30% de la reducción de las emisiones de CO₂ podría lograrse si se evitara la deforestación y degradación y se alcanzara la recuperación de las áreas forestales. No obstante que el conocimiento sobre algunos aspectos de las ECM en los ecosistemas forestales es limitado, particularmente en lo referente al nivel de especificidad con su hospedero, la identificación de las formas fúngicas y su papel en los procesos del ciclo del C es esencial. Por lo tanto, en este documento se presenta una breve reseña sobre la información reportada en torno al ciclo del C y cómo el uso de las ECM del suelo presenta un gran potencial en la mitigación del cambio climático.

*Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Agricultura Familiar.

**Universidad Autónoma del Estado de México.

Contacto: mperezs@uaemex.mx

¿QUÉ SON LAS ECTOMICORRIZAS?

Las micorrizas, del griego *myco* (hongo) y *rhiza* (raíz), hacen referencia a la simbiosis entre un hongo y la raíz de una planta. En esta simbiosis, la planta autótrofa (la que produce su propio alimento) se beneficia del hongo simbiote incrementando sus nutrientes y agua, así como de la protección contra patógenos. Por su parte, el hongo heterótrofo (que no produce su propio alimento) recibe de la planta parte del C fijado a través de la fotosíntesis (entre 5 y 30%), el cual es canalizado por el hongo hacia la formación de estructuras propias de la simbiosis. Las ECM (extracelulares), junto con las endomicorrizas (intracelulares), son reconocidas entre los tipos de micorrizas más abundantes, están formadas principalmente por hongos basidiomicetos y ascomicetos microscópicos (Read y Pérez-Moreno, 2003).

Las hifas de las ECM establecen una relación extracelular con las células de las raíces de arbustos y árboles, por lo que inducen cambios sutiles en la morfogénesis de las células epidérmicas o corticales, como la pérdida de pelos absorbentes y la ramificación y acortamiento de la zona apical de la raíz. Las principales estructuras que conforman las ECM son: (1) raíces modificadas (tejidos vegetales y fúngicos) (figura 1); (2) estructuras fúngicas reproductivas (cuerpo fructífero conspicuo; figura 2A y B), valoradas en muchos casos por ser parte de la alimentación del ser humano (figura



2B); (3) el micelio externo o extramatricial (figura 3A y B), el cual está compuesto de hifas absorbentes y cordones miceliales y rizomorfos que se desarrollan en el suelo circundante a las raíces (Ekblad *et al.*, 2013) y (4) la red de Hartig (figura 4A y B), formada a partir del micelio alrededor de las raíces laterales cortas de la planta hospedera.

La red de Hartig actúa como una barrera mecánica que incrementa la resistencia de la planta a enfermedades, es también la interfase a través de la cual los nutrientes son transportados del hongo a la raíz de la planta involucrada en la ECM, por lo que esta red es particularmente importante en el funcionamiento de la simbiosis (Read y Pérez-Moreno, 2003). Por su parte, el micelio extramatricial es

una extensión de la raíz que funciona como propágulo fúngico que se extiende para la exploración del suelo y como medio de transporte para nutrientes y agua del suelo hacia la red de Hartig (Garibay-Orijel *et al.*, 2013).

Las ECM se encuentran en más de 90% de las especies de árboles presentes en bosques templados (Read y Pérez-Moreno, 2003). Sin embargo, el conocimiento sobre la diversidad y función de estas asociaciones es limitado tanto en México como en el resto del mundo. En 2013, Garibay-Orijel *et al.*, por ejemplo, identificaron 20 morfotipos ectomicorrizógenos que no habían sido registrados previamente en bosque de *Pinus montezumae* del centro de México. Esto pone de manifiesto la gran cantidad de especies de hongos ectomicorrizógenos desconocidos a la fecha, así como la necesidad de actualizar constantemente la identidad y número de especies presentes en estas asociaciones para dar paso al estudio de sus funciones. Con relación al ciclo del C en los bosques templados, en particular, se requiere conocer la dinámica, estabilidad y balance de C en suelos, aunado al papel de las ECM en la reforestación y recuperación de áreas forestales a través de su papel en el incremento de la biomasa vegetal y la transferencia e incorporación de C al suelo (vía hojarasca), ambos procesos importantes en la mitigación del cambio climático.

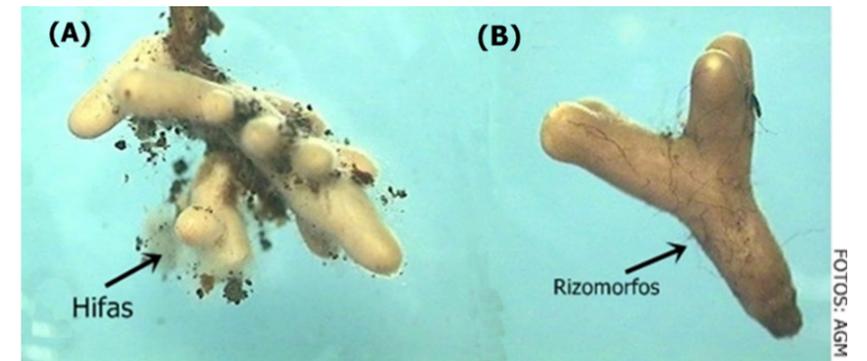


Figura 1. Morfotipos de una raíz micorrizada, donde se observan las hifas (A) que forman un micelio algodonoso y los rizomorfos (B) que incrementan la superficie de contacto de las raíces.



Figura 2. Cuerpo fructífero de hongos ECM: *Russula* sp. (A) y *Boletus edulis* (comestible, B).



Figura 3. Micelio externo propagado por el suelo (varios metros) en búsqueda de nutrientes y agua (A); micelio propagado en la hojarasca de un bosque de *Pinus* sp., que rodea a un hongo ectomicorrizógeno (B).

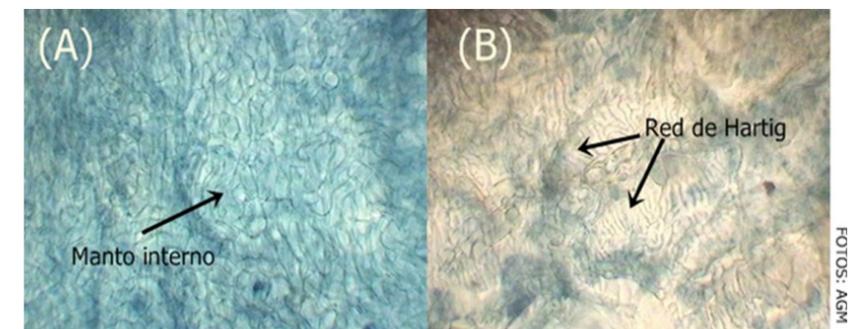


Figura 4. Corte longitudinal de una raíz ectomicorrizógena, donde se observa el manto interno (A) y la red de Hartig (B). Ambas estructuras son críticas para el funcionamiento de la asociación ectomicorrizica.

ECTOMICORRIZAS, SU PAPEL EN LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En los ecosistemas terrestres, el contenido de C orgánico en los suelos es dos a tres veces mayor que el que se encuentra en el tejido de plantas y árboles por arriba del suelo. Las dos principales vías reconocidas de incorporación de este C en los suelos han sido la descomposición de restos orgánicos provenientes de la parte aérea (hojas, ramas, flores, frutos) y subterránea (raíces, microorganismos), y la rizodepositación, es decir, el depósito de compuestos de C (carbohidratos poliméricos y enzimas) que son secretados por las raíces de las plantas. Sin embargo, actualmente se han reconocido las asociaciones ECM como una tercera vía de incorporación de C orgánico al suelo (Deckmyn *et al.*, 2014).

Las asociaciones ECM promueven la entrada de C a los ecosistemas terrestres a través del incremento de la productividad primaria que involucra mayor captura de C-CO₂ atmosférico (retroalimentación indirecta del cambio climático; figura 5), coadyuvando a la planta en la mayor adquisición de nutrientes y agua (Averill *et al.*, 2014). Parte del C fijado a través de la vegetación es almacenado tanto en la biomasa aérea como en la subterránea (sistema radical). Así, el incremento de la producción y acumulación de biomasa en las estructuras vegetales (hojas, ramas, frutos, flores, raíces, etc.) influyen directamente en la cantidad del contenido de C en el suelo y que se incorporan a éste una vez que dichas estructuras han cumplido con su ciclo de vida (residuos vegetales, mantillo o necromasa).

La velocidad de incorporación de C a través de esta vía depende directamente de la cantidad de necromasa acumulada en el piso forestal, de su calidad (cantidad de nutrientes y facilidad de descomposición) y de las condiciones de temperatura y humedad predominantes en el sitio. Sin embargo, un nuevo paradigma plantea que las ECM podrían incrementar la escasez de nutrientes, particularmente nitrógeno (N), en lugar de aliviar sus limitaciones, mediante la disminución del suplemento de N hacia los árboles cuando éste escasea (Agren *et al.*, 2019). Lo anterior podría tener efectos contrarios en la productividad primaria de los ecosistemas, aunado al efecto del retraso en la actividad de los descomponedores por la competen-



cia potencial entre las ECM y otros microorganismos por el N disponible (Averill *et al.*, 2014). Incluso dependiendo del tipo de suelo, la disponibilidad de N y de la especie vegetal, los hongos ectomicorrizógenos podrían pasar de ser benéficos para la planta a actuar como parásitos (Hoeksema *et al.*, 2010; Agren *et al.*, 2019).

El micelio extramatricial es particularmente dinámico dentro del ciclo del C, reportándose diversos mecanismos potenciales sobre su influencia en la entrada, acumulación y dinámica de C en el suelo. Por una parte, el micelio constituye una fracción importante de la biomasa microbiana del suelo en los ecosistemas templados, entre 30 y 50%; biomasa que en sí misma representa un reservorio de C orgánico. Paralelamente, el micelio extramatricial es una vía de entrada significativa (62%) de materia orgánica (MO) al suelo, la cual contiene más de 50% de C, excediendo la entrada a través de la descomposición de mantillo foliar y retorno de raíces finas (Averill *et al.*, 2014). A pesar de que el micelio de las ECM sigue considerándose una vía de transferencia del C derivado de las raíces finas, no se descarta que la micorrización influya sobre la tasa de retorno de las raíces maderables a través de la recalitrancia (resistencia a la descomposición) de las mismas (Hoff *et al.*, 2004). Aunado a lo anterior, el micelio extramatricial participa activamente en la dinámica de C orgánico disuelto en la solución de los suelos forestales ya que, en conjunto con los exudados de las raíces y metabolitos del mismo micelio, producen la mitad del C orgánico disuelto en un suelo forestal, lo cual promueve la presencia de otros microorganismos que también constituyen un importante reservorio de C orgánico dentro de los suelos.

El C almacenado en los ecosistemas es, por tanto, el resultado del balance entre las entradas y salidas de C de la parte subterránea, de tal manera que las ECM, así como cualquier otro organismo vivo, no sólo contribuyen a la entrada de C-CO₂ al suelo, sino también a la salida de éste a través de la respiración (retroalimentación directa del cambio climático; figura 5). Se ha estimado que las ECM aportan de 3 a 8% del C que representa la respiración de la parte subterránea, dependiendo del tipo de bosque (Moyano *et al.*, 2008). Por otra parte, la estabilidad del C que queda en el suelo es de gran importancia bajo el contexto del cambio climático (figura 5), ya que esta estabilidad está relacionada con el tiempo que dicho C puede permanecer en el suelo, sin representar una amenaza en cuanto al incremento de la concentración atmosférica de C-CO₂.

La estabilidad del C en el suelo en relación con las ECM está asociada a los residuos como quitina y melanina que conforman el micelio de los hongos, y que son pobres en nutrientes. Estos compuestos son transformados lentamente de formas orgánicas a inorgánicas que puedan ser fácilmente asimilables por las plantas, y que contribuyen a la formación de MO más estable. Adicional a la aglutinación de las hifas, lo cual resulta en la formación de macroagregados que protegen físicamente a la MO representada por las hifas, del ataque de los organismos descomponedores; se incrementa el tiempo en que el C, e incluso nutrientes asociados como el N, son almacenados en el suelo (Ekblad *et al.*, 2013).

Un aspecto importante bajo el contexto de cambio climático es que las asociaciones ECM pueden facilitar la colonización de nuevos ambientes por los árboles. Lo anterior particularmente en el caso de especies forestales presentes en bosques templados y boreales, o bien en aquellas ubicadas a elevadas altitudes, cuya adaptabilidad a las bajas temperaturas dominantes las hace especialmente sensibles a los incrementos de temperatura ambiental, obligándolas a migrar o redistribuirse para conservar su nicho climático. Lo que implica para las ECM colonizar sitios con condiciones edafológicas distintas en donde éstas podrían controlar la tasa de migración de dichos árboles, lo cual tiene implícitamente una redistribución del C de la biósfera (Smith *et al.*, 2009).

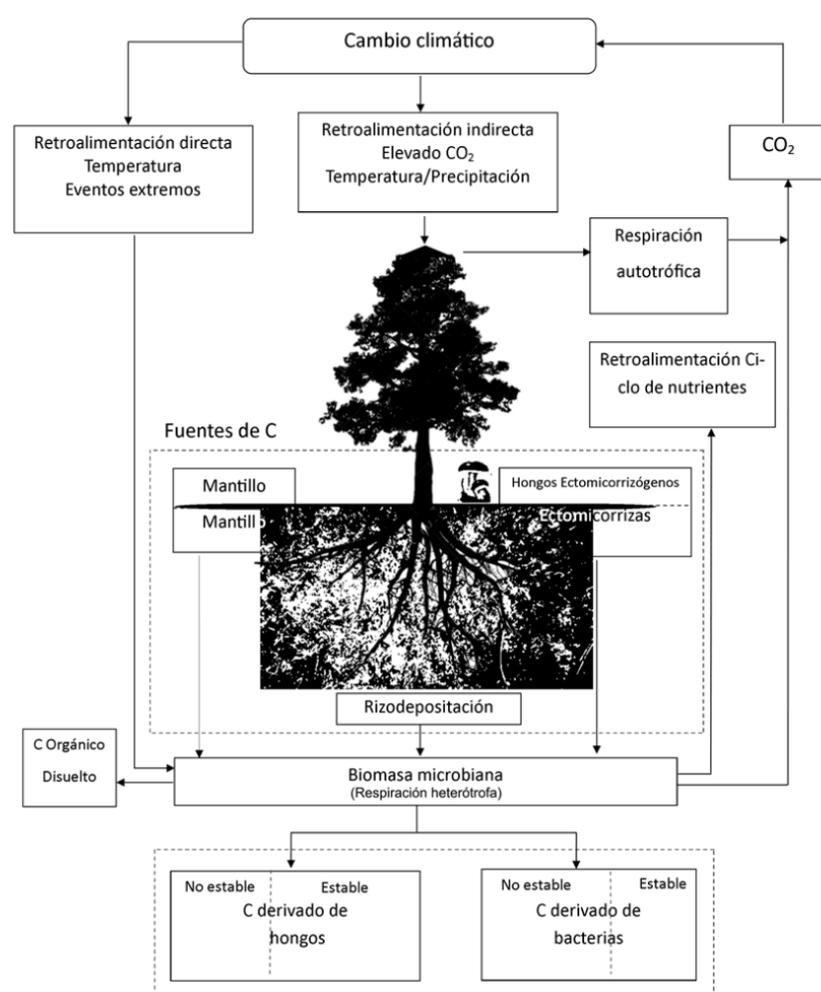


Figura 5. Efectos directos e indirectos del cambio climático sobre la biomasa microbiana, así como las rutas de retroalimentación (captura y producción de CO₂) del calentamiento global.



LAS ECTOMICORRIZAS EN LA REFORESTACIÓN Y RECUPERACIÓN DE ECOSISTEMAS FORESTALES

Una de las vías por medio de las cuales se puede promover la captura y el almacén de C a través de las ECM es mediante su uso en la reforestación y recuperación de los ecosistemas forestales. Se ha observado que la reforestación con plantas ectomicorizadas promueve que los árboles se establezcan con mayor facilidad incluso en suelos degradados con deficiencias nutrimentales, incrementando la absorción de micronutrientes (fósforo, potasio y N) que forman parte de los lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. Durante los primeros años de vida, las plantas ectomicorizadas presentan un mayor desarrollo en altura, así como un mejor desarrollo del sistema radical, redundando en el incremento de la productividad primaria del ecosistema. La productividad primaria es un indicador del C orgánico transferido de la planta hacia el suelo (Franklin *et al.*, 2014).

La funcionalidad ecológica de la relación hongo-planta ha sido poco estudiada tanto en México como en otros países, de tal manera que la incorporación de los inóculos ECM a planes productivos y de reforestación ha sido relativamente reciente (Rojas-Alvarado y Doss, 2014). Sin embargo, es importante resaltar la necesidad de utilizar en mayor medida hongos nativos que están asociados también a especies nativas que permitan aumentar la sobrevivencia de las plantas en campo, debido a que ambos simbiosomas estarán adaptados a las condiciones ambientales locales (Garibay-Orijel *et al.*, 2013). De esta manera, la selección de hongos ectomicorizógenos no sólo tendrá beneficios ecológicos, sino también económicos y culturales, dado que los hongos son un producto forestal no maderable que le puede dar un valor agregado a la recuperación de zonas forestales degradadas.

CONCLUSIONES

Bajo el contexto de cambio climático es necesario conocer en qué medida la variación en la especificidad hongo-planta influye sobre la cantidad de C almacenado y distribución a través del perfil de suelo. Adicional a evaluar la presencia e identidad de los taxos de hongos ectomicorrizógenos nativos asociados también a especies forestales nativas que permitan aumentar la sobrevivencia de las plantas en campo, dado que ambos simbiosistas estarán adaptados a las condiciones ambientales locales. A la par de lo anterior, se requiere del establecimiento de programas nacionales estandarizados para el desarrollo tecnológico de la propa-

gación y aplicación de inóculos fúngicos nativos que permitan asegurar el establecimiento e incremento de la biomasa forestal; esto con el objetivo de promover la fijación y almacenamiento de C a través de la captura de C-CO₂ atmosférico, contribuyendo a la mitigación del cambio climático. Lo anterior permitirá no sólo conocer y explotar el potencial del suelo como mitigador del C-CO₂ atmosférico, sino del mantenimiento de una diversidad aún desconocida, y de cómo ésta podría verse afectada por el cambio climático.

REFERENCIAS

- Agren, G.I., Hyvönen R., Baskaran, P. (2019). Ectomycorrhiza, Friend or Foe? *Ecosystems*. 22:1561-1572.
- Averill, C., Turner, B.L., Finzi, A.C. (2014). Mycorrhiza-mediated competition between plants and decomposers drives soil carbon storage. *Nature*. 0:1-5.
- Deckmyn, G., Meyer, A., Smits, M.M., et al. (2014). Simulating ectomycorrhizal fungi and their role in carbon and nitrogen cycling in forest ecosystems. *Canadian Journal of Forest Research*. 44:535-553.
- Ekblad, A., Wallander, H., Godbold, D.L., et al. (2013). The production and turnover of extrametrical mycelium of ectomycorrhizal fungi in forest soils: role in carbon cycling. *Plant and Soil*. 366:1-27.
- Franklin, O., Näsholm, T., Högborg, P., et al. (2014). Forests trapped in nitrogen limitation-an ecological market perspective on ectomycorrhizal symbiosis. *New Phytologist*. 203:657-666.
- Garibay-Orijel, R., Argüelles-Moyao, A., Álvarez-Manjarrez, J., et al. (2020). Diversity and Importance of Edible Mushrooms in Ectomycorrhizal Communities in Mexican Neotropics. In J. Pérez-Moreno, A. Guerin-Laguet, R. Flores-Arzú, et al. (Eds.), *Mushrooms, Humans and Nature in a Changing World* (407-424). Springer, Cham.
- Garibay-Orijel, R., Morales-Marañón, E., Domínguez-Gutiérrez, M., et al. (2013). Caracterización morfológica y genética de las ectomicorrizas formadas entre *Pinus montezumae* y los hongos presentes en los bancos de esporas en la Faja Volcánica Transmexicana. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 84:153-169.
- Hartmann, D.L., Klein-Tank, A.M.G., Rusticucci, M., et al. (2013). Observations: Atmosphere and Surface. In T.F. Stocker, D. Qin, G-K. Plattner, et al. (Eds.), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate* (pp. 159-254). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Hoeksema, J.D., Chaudhary, V.B., Gehring, C.A., et al. (2010). A meta-analysis of context-dependency in plant response to inoculation with mycorrhizal fungi. *Ecology Letters*. 13(3):394-407.
- Hoff, J.A., Klopfenstein, N.B., Tonn, J.R., et al. (2004). *Roles of woody root-associated fungi in forest ecosystem processes: recent advance in fungal identification*. USDA Forest Service RMRS-RP-47.
- IPCC (Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático). (2019). *Calentamiento global de 1.5°C. Resumen para responsables de políticas*. Unidad de Apoyo Técnico del Grupo de Trabajo I. OMN, PNUMA.
- Moyano, F.E., Kutsch, W.L., Rebmann, C. (2008). Soil respiration fluxes in relation to photosynthetic activity in broad-leaf and needle-leaf forest stands. *Agricultural Forest and Meteorology*. 148:135-143.
- Read, D.J., Pérez-Moreno, J. (2003). Mycorrhizal and nutrient cycling in ecosystems-a journey towards relevance? *New Phytologist*. 157:475-492.
- Rojas-Alvarado, C., Doss, R.G. (2014). Carbono, bosques y micorrizas: una "negación de investigación imperativa". *Brenesia*. 81-82:91-95.
- Smith, W.K., Germino, M.J., Johnson, D.M., et al. (2009). The altitude of alpine treeline: a bellwether of climate change effects. *Botanical Review*. 75:163-190.
- Stuart E.K., Plett, K.L. (2020). Digging Deeper: In Search of the Mechanisms of Carbon and Nitrogen Exchange in Ectomycorrhizal Symbioses. *Frontiers in Plant Science* 10.

IMAGINARIA

La revista *CIENCIA UANL* te invita a publicar tus cuentos de ciencia ficción, dibujos, poemas, cómics o fotografías en la sección Imaginaria, un espacio dedicado a las muestras artísticas.

Si estás interesado, manda un correo a esta dirección revista.ciencia@uanl.mx para mayor información



SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

DI DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN



SECCIÓN ACADÉMICA

Nivel de riesgo cardiovascular y condición física en empleados de una facultad de deportes

Educación y capacitación para el trabajo: contexto penitenciario femenino de Nuevo León



Nivel de riesgo cardiovascular y condición física en empleados de una facultad de deportes

María Cristina Enríquez-Reyna*, Julissa Maythé Loredó-Muñiz*

DOI: <https://doi.org/10.29105/cienciauanl25.106-1>

RESUMEN

Ante el impacto de las enfermedades cardiovasculares se considera que el diagnóstico oportuno requiere la evaluación de riesgos asociados a las características individuales y los estilos de vida. Se analizó la relación entre la composición corporal, la condición física y el riesgo cardiovascular en empleados universitarios mediante un estudio descriptivo-correlacional. Se evaluó con cuestionario, análisis de bioimpedancia, acelerometría y pruebas físicas. La capacidad cardiorrespiratoria mostró asociación con el riesgo cardiovascular, el conteo máximo de pasos y la fuerza ($p < .01$). La asociación entre la capacidad física y el riesgo cardiovascular resaltan la necesidad de promover estilos de vida activos.

Palabras clave: capacidad cardiovascular, servicios de salud del trabajador, diagnóstico, fuerza muscular, aptitud física.

En Nuevo León, diversas situaciones socioculturales convergen incrementando el riesgo cardiovascular de la población económicamente activa. En población de 20 y más años de este estado se encontró que 19.2% padece de hipertensión arterial y 12.6% diabetes mellitus no insulino dependiente; además, se reportó que 19.5% de ese grupo poblacional presentaba niveles altos de colesterol y triglicéridos; y 29% de la población nacional realiza menos de 150 minutos de actividad (Secretaría de Salud, 2018). Aunado a lo anterior, en esta ciudad industrial, caracterizada por una cultura del trabajo muy arraigada, se agrega la incidencia de contingencias ambientales que dificultan la realización de ejercicio en espacios abiertos, lo que supone un riesgo adicional (Cerón-Breton *et al.*, 2017). El riesgo cardiovascular se vincula directamente con el padecimiento de enfermedades como hipertensión,

ABSTRACT

Given the impact of cardiovascular diseases, timely diagnosis requires assessing risks associated with individual characteristics and lifestyles. The relationship between body composition, physical condition, and cardiovascular risk in university employees was analyzed through a descriptive-correlational study. It was evaluated with a questionnaire, bioimpedance analysis, accelerometry, and physical tests. Cardiorespiratory fitness was associated with cardiovascular risk, maximum step count, and strength ($p < .01$). The association between physical capacity and cardiovascular risk highlights the need to promote active lifestyles.

Keywords: Cardiorespiratory fitness, occupational health services, diagnosis, muscle strength, physical fitness.

diabetes mellitus, enfermedad isquémica de corazón y dislipidemias, las cuales no sólo disminuyen la calidad de vida, también incrementan el riesgo de muerte prematura (Aguilar Salinas, Cosío Martínez y Hernández Licona, 2018).

La asociación entre la condición y actividad física y los comportamientos sedentarios no ha sido explicada con suficiencia (Pioreschi *et al.*, 2017), se desconocen los factores personales que afectan la condición física y no queda claro el mecanismo de influencia entre los niveles de actividad física y el riesgo cardiovascular. La información sobre la condición física en mexicanos es limitada, las encuestas poblacionales se han limitado a estimar el nivel de actividad física

*Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: maria.enriquezryn@uanl.edu.mx

con métodos subjetivos, incluyendo con frecuencia medidas de composición corporal. Existe un reporte de Salvo *et al.* (2015) que utilizó acelerometría para la medición objetiva del nivel de actividad; los autores reportaron que los adultos de su muestra son más activos entre semana que los fines de semana. No se encontraron publicaciones que hayan considerado la evaluación de la condición física de mexicanos económicamente activos. Por lo tanto, se propuso analizar la relación entre el nivel de riesgo cardiovascular y la condición física en empleados de una facultad de deportes del estado de Nuevo León.

MÉTODOS

Enfoque de investigación cuantitativo con diseño descriptivo-correlacional de corte transversal en una población de empleados universitarios de una facultad de deportes. El proyecto fue aprobado por comités de ética e investigación institucionales, además de la dirección de la dependencia de interés. Se incluyó a adultos aparentemente sanos mayores de 30 y hasta 59 años, sin contraindicación médica para el ejercicio, que refirieron estar sanos, no usar marcapasos cardíaco y que aceptaron participar voluntariamente en el estudio que implicó la medición del nivel de actividad física con

acelerometría, valoración de la condición física al respecto de la capacidad cardiorrespiratoria y fuerza, además del llenado de cuestionarios. Se excluyó a personas con agotamiento físico o mental por enfermedad aguda y a atletas de alto rendimiento. Se eliminaron los datos de participantes con información incompleta.

Instrumentos

Se aplicó una cédula de datos personales para obtener las características personales y calcular el nivel de riesgo cardiovascular del participante. Se cuestionó acerca de la edad, escolaridad, estatus civil, número de hijos, antecedentes personales patológicos (hipertensión, diabetes, colesterol, triglicéridos, enfermedad cardíaca), antecedente de riesgo cardiovascular de los padres (hipertensión, diabetes u obesidad) y consumo de tabaco. Para fines estadísticos, el riesgo cardiovascular se evaluó de acuerdo con la presencia de factores de riesgo (cero a diez puntos). Donde cero representa la ausencia de factores de riesgo y a mayor puntuación, mayor riesgo cardiovascular (tabla I). Se consideraron los factores de riesgo cardiovascular de Framingham y recomendaciones de sociedades europeas (Alvarez-Cosmea, 2001; Wilson *et al.*, 1998).

Tabla I. Criterios para evaluación del riesgo cardiovascular considerados en el estudio.

Evaluación del riesgo cardiovascular		
Instrucciones: colocar un punto si es positivo. Apuntar "0" en caso negativo.		
Factor	Se otorga un punto si...	Puntuación
1. Edad	Tiene 40 o más años.	
2. Hipertensión arterial	Tensión arterial >140/90 en dos ocasiones o bien, si alguna vez ha recibido el diagnóstico.	
3. Obesidad	Índice de masa corporal >25 kg/m ²	
4. Índice cintura-cadera	Mujeres: ≥0.85; Hombres: ≥ 0.95.	
5. Tabaquismo	Positivo en el último año.	
6. Diabetes	Diagnóstico o consumo de medicamentos.	
7. Colesterol	Diagnóstico o consumo de medicamentos.	
8. Triglicéridos	Diagnóstico o consumo de medicamentos.	
9. Antecedente familiar	Positivo en padre o madre.	
10. Menopausia/Andropausia	Cese de la menstruación/ Disminución de la actividad y deseo sexual.	
		Sumatoria

Fuente: Elaboración propia a partir de postulados de recomendaciones del índice de Framingham y recomendaciones de sociedades europeas (Alvarez-Cosmea, 2001; Wilson *et al.*, 1998).

Mediciones

Se midió la tensión arterial, el peso, la talla y la circunferencia de cintura y de cadera. Se estimó el índice de masa corporal (peso/talla², kg/m²), índice cintura-cadera (cintura/cadera, cm). Las medidas antropométricas y de composición corporal se realizaron de acuerdo con el protocolo de Lohman (Lohman *et al.*, 1988). Para medir el peso se realizó análisis de bioimpedancia corporal con una Tanita MC-780U.

El nivel de actividad física se obtuvo mediante acelerometría con ActiGraph™ wGT3X. El participante usó el equipo por siete días a nivel de la cadera ajustado con un cinturón elástico. Se indicó la utilización durante el día (quitando el cinturón para evitar mojarse durante la ducha y actividades acuáticas); se consideró el día de uso válido si se tenía un registro de más de diez horas por día; para los análisis se obtuvo el promedio de tres días de entre semana. Para la evaluación se consideró el gasto energético en METs y el conteo máximo de pasos, que consiste en la cantidad pasos promedio por participante.

Pruebas físicas

Para la medición de la fuerza de miembros superiores se utilizó un dinamómetro digital (T.K.K. 5401 grip D; Texas Scientific Instruments, Nigata, Japón). Primero se ajustó el dinamómetro a la mano de la participante, luego se realizó un ensayo y prueba definitiva por cada mano; de los cuatro datos, se eligió el valor más alto como indicador de la fuerza de prensión manual máxima. Para la fuerza del tren inferior se utilizó Chair-Stand Test (prueba de sentarse y levantarse de una silla) que emplea una silla de 43.18 cm de alto y consiste en contabilizar la cantidad de levantamientos de silla posibles en 30 segundos (Rikli y Jones, 2001). Para el análisis se utilizó el valor numérico de las repeticiones realizadas.

Para medir la resistencia cardiovascular se aplicó el Test de Rockport (Kline *et al.*, 1987), prueba sencilla para aquellas personas mayores o sedentarias que no pueden correr debido a su condición cardiorrespiratoria. La prueba requiere que el participante camine a un mismo ritmo la distancia de una milla lo más rápido posible, como mínimo subir la frecuencia cardíaca (FC) a 120 latidos/minuto. Se estimó la capacidad cardiorrespiratoria o VO₂máx con base en las variables de edad, género, tiempo transcurrido durante la prueba, frecuencia cardíaca final. Se utilizó el protocolo de Pober *et al.* (2002) en banda sinfin aplicando la siguiente fórmula para obtener el capacidad respiratoria máxima: VO₂máx = 132. 853 - (0.769 x peso cor-

poral) - (0.3877 x edad) + (6.315 x sexo {0 para mujeres; 1 para hombres}) - (3.2649 x tiempo en minutos) - (0.1565 x frecuencia cardíaca al finalizar).

Procedimientos de recolección

La información del proyecto de investigación se difundió por medio de carteles, correo informativo al personal a través de la Coordinación de Recursos Humanos y de persona a persona. A los interesados se les explicó el protocolo, uso del acelerómetro y logística para la valoración de la condición física. Quienes cumplieron los criterios de selección firmaron el formato de consentimiento informado y comenzaron su participación en el estudio. Se aplicó la encuesta de datos personales y se programó el equipo de acelerometría para evaluar el nivel de actividad física. Se otorgó cita para el retorno del equipo y la realización de la evaluación de la condición física. Se solicitó al participante que acudiera con ropa apropiada para la medición de la composición corporal y la participación en la evaluación física, además de solicitarle que considere de 20 a 30 minutos para la sesión. Se insistió para la medición hasta tres semanas después de la entrega del acelerómetro. Cuando un participante no asistió a su cita, se reprogramó hasta cuatro veces dentro del periodo de tres semanas reglamentado.

El día de la cita para la evaluación de la condición física se verificó que el participante acudiera con ropa cómoda y calzado apropiado para el desarrollo de las pruebas. Se realizó la valoración de la condición física y posteriormente se envió un informe con los resultados de las principales mediciones (factores de riesgo cardiovascular identificados y condición física) como retribución por su apoyo para la realización del estudio. Se agradeció al participante entregando su comprobante de resultados. Se solicitó correo institucional u otro medio para enviar el reporte de la acelerometría. Además, se emitieron recomendaciones personalizadas para la iniciación o mantenimiento de actividad física. Con eso culminó la participación en el estudio. Para aquellos que no cumplieron los criterios de selección o no culminaron con su participación en el estudio, se otorgó un agradecimiento personalmente y se registró el motivo de abandono en la bitácora del estudio.

Análisis de datos

Los datos se procesaron con el software SPSS (Statistical Product and Service Solutions) versión 21.0. Para las variables continuas se presenta estadística descriptiva (media, desviación estándar); para las categóricas, frecuencias simples y

porcentajes. Se presentaron los datos de la muestra completa y dividida por sexo. Se revisaron las diferencias por sexo con pruebas de Chi-cuadrada. Después de revisar la distribución de los datos, se utilizaron pruebas de correlación de Pearson (distribución paramétrica).

RESULTADOS

De una población de 142 candidatos, se presentan los datos de una muestra no probabilística de 59 participantes. El 52.54% de la muestra pertenece al sexo femenino, 66.1% refirió estado civil casado, 22% soltero y el resto mencionó otro estatus (divorciados o viudos). El 37.4% de los participantes cuenta con estudios de doctorado, 42.4% maestría, 16.9% licenciatura y 3.4% restante preparatoria o carrera técnica. El 28.8% refirió no tener hijos, mientras que 42.4% señaló tener dos hijos. El 59.3% refirió tener antecedentes familiares de hipertensión arterial, 50.8% diabetes mellitus y 40.7% obesidad. El 5.1% refirió padecer hipertensión arterial, 8.5% niveles altos de triglicéridos, 6.8% niveles altos de colesterol y 40.7% señaló sufrir consecuencias relacionadas al estrés. Ningún participante comentó padecer diabetes mellitus. Las características descriptivas de las variables de estudio se presentan en la tabla II.

Se corrieron pruebas de Chi-cuadrada para revisar las diferencias por sexo al respecto de las principales variables de estudio: riesgo cardiovascular, gasto energético, actividad física, fuerza de miembros superiores, fuerza de miembros inferiores y capacidad cardiorrespiratoria. Dado que no se encontraron diferencias, se decidió realizar pruebas de correlación en la muestra completa que, además, presentó distribución normal (estadística inferencial con prueba de correlación de Pearson). En la tabla III se observa correlación inversamente proporcional entre la capacidad cardiorrespiratoria y el nivel de riesgo cardiovascular ($r=-.453, p<.01$), así como asociación directa con el conteo máximo de pasos y la fuerza de miembros superiores e inferiores ($r=.462, .358$ y $.304$, respectivamente, $p<.01$).

Tabla III. Asociación entre riesgo cardiovascular, actividad y condición física de los participantes.

	1	2	3	4	5
1. RCV	-				
2. GE	.046	-			
3. CMP	-.210	-.082	-		
4. FMS	-.043	.296*	-.251	-	
5. FMI	.003	.144	.222	.285*	-
6. VO ₂ máx	-.453**	.189	.462**	.358**	.304*

Nota: RCV = riesgo cardiovascular; GE = gasto energético; CMP = conteo máximo de pasos; FMS = fuerza de miembros superiores; FMI = fuerza de miembros inferiores; VO₂máx = capacidad cardiorrespiratoria con volumen máximo de oxígeno. * $p < .05$, ** $p < .01$.

Tabla II. Características descriptivas de los participantes en la muestra completa y por sexo.

Variables	Todos (n=59)		Hombres (n=28)		Mujeres (n=31)	
	M	± DE	M	± DE	M	± DE
Edad, años	41.64	± 8.02	42.21	± 7.83	41.13	± 8.27
Peso, kg	80.89	± 10.57	83.32	± 11.21	78.70	± 9.62
Talla, cm	157.56	± 37.39	160.14	± 45.17	155.24	± 29.23
Índice de masa corporal, kg/m ²	29.99	± 6.51	31.38	± 5.48	28.75	± 7.18
Circunferencia cintura, cm	32.96	± 11.78	41.81	± 10.50	24.95	± 5.45
Circunferencia cadera, cm	19.37	± 5.54	21.07	± 5.92	17.83	± 4.78
Índice cintura-cadera, cm	0.84	± 0.11	0.89	± 0.13	0.80	± 0.06
Riesgo cardiovascular, puntos	2.63	± 1.32	2.50	± 1.07	2.74	± 1.53
Gasto energético, METs	4082.69	± 4065.03	5179.67	± 4821.61	3091.87	± 2981.04
Actividad física, pasos	116.85	± 52.61	119.50	± 52.37	114.45	± 53.58
FMS, kg	35.54	± 11.30	41.81	± 10.50	25.52	± 3.69
FMI, rep.	19.37	± 5.54	21.07	± 5.91	16.67	± 4.73
VO ₂ máx, ml/kg/min	34.90	± 9.12	39.84	± 6.73	30.44	± 8.76

Nota: Los datos se presentan con media (M) ± desviación estándar (DE). kg: kilogramos; cm: centímetros; FMS: fuerza de miembros superiores; FMI: fuerza de miembros inferiores; VO₂máx: capacidad cardiorrespiratoria con volumen máximo de oxígeno.

En análisis adicionales se corrió prueba de análisis de regresión lineal jerárquica para estimar el valor predictivo de las variables de interés sobre la capacidad cardiorrespiratoria máxima (tabla IV). La fuerza predictiva de variables pasó de 19.7 a 49.5% al considerar las variables de conteo máximo de pasos ($R^2=.197, F_{(1,49)}=13.27, p<.01$), fuerza de miembros superiores ($R^2=.401, F_{(2,48)}=17.75, p<.01$) y riesgo cardiovascular ($R^2=.495, F_{(3,47)}=17.35, p<.01$).

Tabla IV. Pasos del análisis de regresión lineal para explicar la capacidad cardiorrespiratoria de los participantes.

Variables	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	Sig.	Estadísticos de colinealidad	
	B	Error típ.	Beta		Tolerancia	FIV
(Constante)	13.137	6.085		.036		
CMP	.161	.044	.462	.001	1.000	1.000
(Constante)	-5.803	6.918		.406		
CMP	.201	.039	.575	.000	.943	1.060
FMS	.383	.091	.474	.000	.943	1.060
(Constante)	4.706	7.174		.515		
CMP	.174	.037	.498	.000	.894	1.119
FMS	.355	.084	.440	.000	.932	1.073
RCV	-2.243	.712	-.326	.003	.945	1.058

Nota: RCV = riesgo cardiovascular; CMP = conteo máximo de pasos; FMS = fuerza de miembros superiores; FMI = fuerza de miembros inferiores. La variable dependiente es el VO₂máx: capacidad cardiorrespiratoria con volumen máximo de oxígeno.

CONCLUSIONES Y APLICACIÓN PRÁCTICA

Se presentan evidencias sobre las relaciones entre el nivel de riesgo cardiovascular y la condición física al respecto de la actividad física habitual, fuerza muscular y la capacidad respiratoria en empleados de una dependencia universitaria del estado de Nuevo León. El riesgo a la salud asociado al trabajo en empleados que realizan labores administrativas, docentes o de investigación es un tema que debería abordarse a nivel institucional. Los participantes del estudio pudieran representar un perfil característico de una gran proporción de empleados en instituciones educativas, sin embargo, en esta muestra de una facultad de deportes se tiene el estímulo de la práctica deportiva como parte fundamental de las enseñanzas cotidianas del contexto. Esto pudiera suponer que esta población tiene “ventajas” en relación con otras instancias. Pese a lo anterior, considerando la edad, el promedio grupal para variables relativas a la actividad física, fuerza y capacidad cardiorrespiratoria, podría considerarse preocupante.

Además, se obtuvo evidencia de distintas asociaciones entre el riesgo cardiovascular, la fuerza muscular y la capacidad cardiorrespiratoria, lo que concuerda con los hallazgos de otros autores (Alzeidan *et al.*, 2016; Lecca *et al.*, 2018; Triana-Reina y Ramírez-Vélez, 2013; Wilches-Luna *et al.*, 2016). Se considera que el diagnóstico temprano de cambios en el riesgo cardiovascular y en la condición física permitirá fortalecer la cultura de la prevención y control de enfermedades entre la población.

Este tipo de valoraciones invita a la reflexión sobre el cuidado personal que debemos tener para salvaguardar nuestra salud y calidad de vida. La falta de mediciones objetivas de los niveles de actividad física en el contexto, e inclusive a nivel nacional, pudiera estar enmascarando la afectación de los comportamientos sedentarios sobre la calidad de vida de personas que, a pesar de los esfuerzos que pudieran estar realizando por cumplir con las recomendaciones de actividad física para la salud, tienden a pasar prolongados tiempos sedentarios durante su vida cotidiana. Durante la aplicación del proyecto los participantes obtuvieron un comprobante con información sobre los factores de riesgo personales y las áreas de oportunidad al respecto de la condición física. Se espera continuar con este tipo de proyectos para fundamentar la realización de acciones institucionales en pro de la salud ocupacional de empleados del sector educativo.

AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad Autónoma de Nuevo León y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por los apoyos para la realización de este proyecto.

REFERENCIAS

- Aguilar Salinas, C., Cosío Martínez, T., y Hernández Licona, G. (2018). *La obesidad en México. Estado de la política pública y recomendaciones para su prevención y control*. México: Instituto Nacional de Salud Pública.
- Álvarez, C., A. (2001). Las tablas de riesgo cardiovascular: Una revisión crítica. *Medifam*. 11(3):20-51.
- Alzeidan, R., Rabiee, F., Mandil, A., *et al.* (2016). Non-communicable disease risk factors among employees and their families of a Saudi university: an epidemiological study. *PLoS one*. 11(11):e0165036.
- Cerón Bretón, J.G., Cerón Bretón, R.M., Kahl, J.D., *et al.* (2017). Atmospheric Levels of Benzene and C1-C2 Carbonyls in San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México.

co: Source Implications and Health Risk. *Atmosphere*. 8(10):196.

Kline, C.J., Porcari, J.P., Hintermeister, R., et al. (1987). Estimation of from a one-mile track walk, gender, age and body weight. *Med. Sports Exerc.* 19:253-259.

Lecca, L.I., Campagna, M., Portoghese, I., et al. (2018). Work related stress, well-being and cardiovascular risk among flight logistic workers: An observational study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 15(9):1952.

Lohman, T.G., Roche, A.F., y Martorell, R. (1988). *Anthropometric standardization reference manual* (Vol. 177). Editorial Human kinetics books.

Pober, D.M., Freedson, P.S., Kline, G.M., et al. (2002). Development and validation of a one-mile treadmill walk test to predict peak oxygen uptake in healthy adults ages 40 to 79 years. *Canadian Journal of Applied Physiology*. 27(6):575-588.

Prioreschi, A., Brage, S., Westgate, K., et al. (2017). Cardiorespiratory fitness levels and associations with physical activity and body composition in young South African adults from Soweto. *BMC public health*. 17(1):301. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4212-0>

Rikli y Jones (2001). *Senior Fitness Test Manual*. 2a ed. Editorial Human Kinetics.

Salvo, D., Villa, U., Rivera, J., et al. (2015). Accelerometer-based physical activity levels among Mexican adults and their relationship with sociodemographic characteristics and BMI: a cross-sectional study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 12(79). <https://doi.org/10.1186/s12966-015-0243-z>

Secretaría de Salud. (2018). *Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2018. Presentación de resultados*. Disponible en: https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/doctos/informes/ensanut_2018_presentacion_resultados.pdf

Triana-Reina, H.R., y Ramírez-Vélez, R. (2013). Asociación de la fuerza muscular con marcadores tempranos de riesgo cardiovascular en adultos sedentarios. *Endocrinología y Nutrición*. 60(8):433-438. Disponible en <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/21017/505.pdf?sequence=1>

Wilches-Luna, E.C., Hernández, N.L., Chavarro, P.A., et al. (2016). Cardiovascular risk profile and fitness in professors and employees of a faculty of health. *Revista de Salud Pública*. 18(6):890-903.

Wilson, P.W., D'Agostino, R.B., Levy, D., et al. (1998). Prediction of coronary heart disease using risk factor categories. *Circulation*. 97(18):1837-1847. Disponible en: <https://www.ahajournals.org/doi/pdf/10.1161/01.CIR.97.18.1837>

Educación y capacitación para el trabajo: contexto penitenciario femenino de Nuevo León

Alicia González Cervantes*, Patricia Liliana Cerda Pérez*, Guadalupe Maribel Hernández Muñoz*

DOI: <https://doi.org/10.29105/cienciauanl25.106-2>

RESUMEN

Para las mujeres privadas de la libertad, la formación educativa y capacitación de trabajo son aspectos clave en su preparación, al permitirles acceder a mejores oportunidades para ellas y sus familias, así como para desarrollarse personal y profesionalmente. Este artículo aborda resultados de la evaluación educativa y laboral de 60 de 308 internas del Centro de Reinserción Social Femenil de Escobedo, Nuevo León, durante 2019. Se encontró que tienen una expectativa proactiva por el alto grado de interés de seguirse formando y capacitando durante su proceso de reinserción social, pero sin esta oportunidad se podría propiciar el volver a delinquir.

Palabras clave: mujer y desarrollo, prisión, derecho a la educación, formación, educación inclusiva.

ABSTRACT

For women deprived of liberty, educational training and job training are key aspects in their preparation, allowing them to access better opportunities for themselves and their families and develop personally and professionally. This article addresses the results of the educational and employment evaluation of 60 of 308 inmates of the Escobedo of Nuevo León Center for Women's Social Reintegration during 2019; finding that they have a proactive expectation due to the high degree of interest in continuing their education and training during their social reinsertion process, but without this opportunity, reoffending could be propitiated.

Keywords: women and development, prison, right to education, formation, inclusive education.

México se posiciona en el onceavo lugar del *ranking* de naciones en el informe de 2019 de la World Prison Brief, Institute for Crime & Justice Policy Research (WPB), con un índice de 198,384 personas privadas de la libertad, de las cuales 10,591 eran mujeres. En 2018, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) informa que la población penitenciaria en México era de 178,406 internos, 37.7% contaba con secundaria concluida, 32.4% preescolar o primaria y 14.7% preparatoria; 94.8% eran varones y 5.2% mujeres.

La educación, como derecho humano y punto clave del proceso de reinserción social que viven las personas privadas de la libertad dentro del centro penitenciario, es parte fundamental para el desarrollo y transformación personal de los internos. Como bien indica Freire (2005), al teorizar filosófica-

mente, que la generación del conocimiento se vincula con la realidad de la persona, es decir que él mismo puede cerrarse y oprimirse ante su situación, sin embargo, seguir formándose podría romper con ese paradigma y transformar la vida de las internas proactivamente, al dar herramientas necesarias para reintegrarse a la sociedad y evitar así la reincidencia delictiva.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2020), precisa la educación como un derecho inclusivo en pro de transformar la vida para todos, a través del reforzamiento de la enseñanza técnica y la formación profesional.

* Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: alicia.gonzalezcr@uanl.edu.mx

La Ley Nacional de Ejecución Penal de México (2016) indica que las personas privadas de la libertad tienen el derecho de seguir sus estudios básicos y de nivel medio superior gratuitamente de acuerdo a los programas y planes ofertados por el sector educativo, pero también una capacitación para el trabajo, como lo establece el Artículo 87, un proceso planeado y organizado para lograr la formación y el desarrollo de las habilidades y competencias para cumplir con las actividades laborales dentro del centro penitenciario.

La realidad de la mujer privada de la libertad se dificulta cuando llega a ser el pilar de la familia en todo sentido, por ello, en 2011, la Oficina de las Naciones Unidas en contra de la Droga y el Delito (UNODC) creó las Reglas de Bangkok, las cuales, en el Artículo 60, describen la necesidad de estructurar programas educativos y de capacitación para el trabajo, que les permitan, de acuerdo con su género, tener mejor oportunidad laboral, en actividades que les brinden confianza, desarrollo de las habilidades y competencias en torno a las áreas administrativas, de arte, cocina, peluquería y que les permitan ir preparándose para cuando sean liberadas.

Por lo anterior, en este artículo se examinan los resultados del análisis de la realidad educativa y laboral que viven las mujeres privadas de la libertad, con el objetivo de explorar y describir, desde su punto de vista, las condiciones educativas y laborales que tienen como parte de su proceso de reinserción social, así como la proyección personal y profesional que prevén tras su liberación al tener la oportunidad de seguir una formación educativa o de trabajo.

MÉTODO

Bajo el enfoque exploratorio-descriptivo, un esquema de investigación no experimental y transversal, el presente estudio se estructura a través del método cuantitativo, delimitado en obtener datos de la realidad del contexto educativo y laboral que vive este grupo vulnerable de mujeres privadas de la libertad en su proceso dentro del Centro de Reinserción Social de Escobedo, Nuevo León, durante 2019.

La técnica que se utiliza es la encuesta realizada con el diseño de 18 reactivos o preguntas con el propósito de conocer, desde la perspectiva de las internas, la visión educativa y laboral durante su proceso de reinserción social. Se aplicaron 60 cuestionarios y posteriormente se realizó el análisis descriptivo utilizando SPSS, versión 25, de cada una de las variables objetivo.

Participantes

La muestra está compuesta de 60 mujeres internas en su proceso de reinserción social dentro del Cereso de Escobedo, Nuevo León, que culminaron sus estudios de secundaria; bajo firma de consentimiento informado por parte de las participantes, las encuestas se aplicaron con la autorización de la Secretaría de Seguridad Pública del Estado, en abril de 2019, cuando se contaba con 308 internas. Las mujeres encuestadas se encuentran en una etapa productiva, con un promedio de edad de 31 años ($DE=7.3$), la mayor incidencia fue 27 años; en los casos más jóvenes cuentan con 19 años y 49 años es la edad máxima; 68.3% de las encuestadas tiene entre 21 y 35 años.

Considerando el contexto del grupo vulnerable, la muestra fue dirigida como Hernández y Mendoza (2018) la describen, no probabilística, al determinar que las encuestas se aplicarían a quienes habían culminado sus estudios de secundaria, y de forma voluntaria firmaron un consentimiento informado de su participación en esta investigación, teniendo la seguridad de que se preservaría la estricta confidencialidad de la información proporcionada.

RESULTADOS

Contexto educativo de la mujer privada de la libertad

El nivel educativo previo a la reclusión de las mujeres privadas de la libertad en el centro penitenciario se precisa en 36.7% de las 60 mujeres, las cuales, fuera del centro penitenciario, tuvieron la oportunidad de recibir una formación técnica (cursos prácticos) durante sus estudios de secundaria, mientras 63.3% no la recibió. El 50% que recibió una educación técnica mencionó que entre las actividades que desempeñaron se encuentran el taller de corte y confección, dibujo técnico, secretariado, sistemas computacionales, contabilidad, electrónica y el taller de soldadura, en la figura 1 se muestra la distribución porcentual.



Figura 1. Educación técnica de las mujeres privadas de la libertad (elaboración propia).

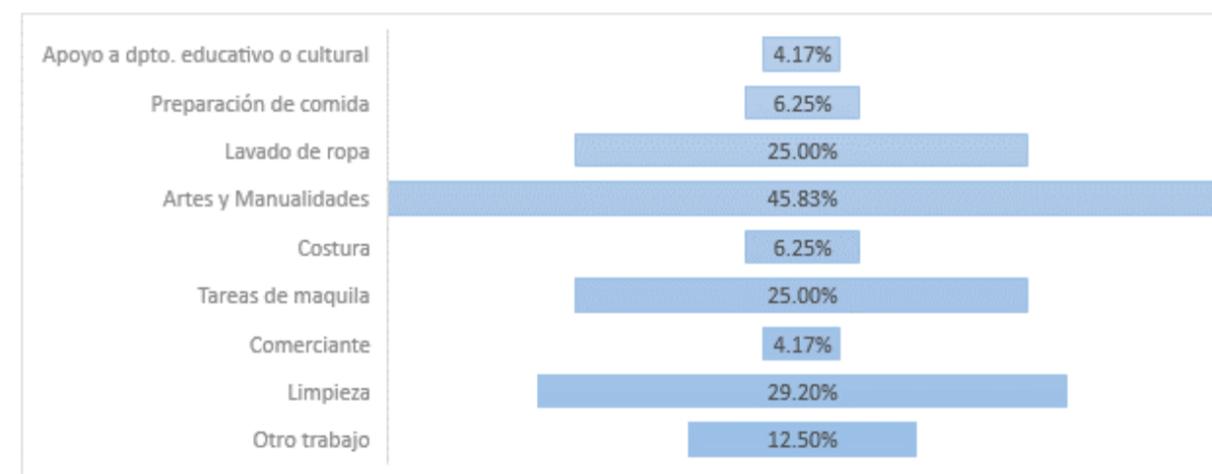


Figura 2. Actividades laborales de las mujeres privadas de la libertad (elaboración propia).

En el proceso de reinserción social de las mujeres internas, la oportunidad de tener una capacitación para el trabajo podría dar las herramientas necesarias para posicionarse en una mejor área laboral tanto dentro como fuera del Cereso, por lo tanto, de acuerdo con este análisis, se precisa que a 65% (39) de los 60 casos se le ofreció un curso con este fin, mientras a 35% no; de las 39 mujeres, 67% decidió de forma voluntaria ser partícipe de este proceso formativo. El 26.9% de internas realizó actividades vinculadas con manualidades y costura; 7.7% indicó que participaba en las relacionadas con la maquila de estropajos y velas; 3.9% en las de limpieza, preparación de comida y belleza, y 61.5% no especificó este dato.

Participación laboral de las mujeres en el centro penitenciario

Otro de los aspectos importantes en el desarrollo de las mujeres privadas de la libertad, en su proceso de reinserción, es la oportunidad que se les ofrece dentro del centro penitenciario para realizar un trabajo; la mayoría ha decidido ocuparse en las actividades laborales. De las 60 encuestadas, 80% decidió trabajar voluntariamente, generando un ingreso para ellas y sus familia, mientras 20% no tuvo esta participación. Entre las que generan autoempleo se perfilan las de lavado de ropa, costura y comercio, las otras parten de las propias del centro penitenciario. En la figura 2 se especifican actividades laborales realizadas por las 48 internas.

Realidad y proyección de las mujeres PL

Centrándose en la evaluación de la posibilidad del seguimiento de una educación técnica en servicios (con capacitación en competencias profesionales laborales), como la que oferta la UANL, 95% de las 60 mujeres privadas de la libertad considera que les gustaría tener la oportunidad de seguir este tipo de formación durante su proceso de reinserción social dentro del centro penitenciario, para ir preparándose para cuando sean liberadas. Los resultados se muestran en la tabla I, donde se presentan, de acuerdo a la escala Likert (donde 1 es muy interesante y 5 nada interesante), las actividades con mayor interés, entre éstas destacan el diseño y desarrollo de sistemas computacionales ($M=1.85$), seguido de la prepara-

ción de alimentos y el corte de cabello, su cuidado (M=1.93), cambio de forma y de color, creación de maquillajes y peinados con una evaluación (M=2.03).

Tabla I. Interés en realizar las actividades vinculadas a la formación educativa en servicios.

Actividades	Muy interesante	
	%	f
Entrenamientos deportivos, sesiones de educación y activación física, organización de coreografías y eventos deportivos.	41.7	25
Preparación de alimentos (platillos, bebidas, postres, productos de panadería y repostería).	46.7	28
Programación, diseño y desarrollo de sistemas y páginas Web, configuración de equipos de cómputo.	48.3	29
Corte de cabello, cambio de forma y tono, maquillajes, peinados, cuidado de piel, pies y manos.	43.3	26
Diseño de espacios, producciones (gráfico, fotografía, medios audiovisuales, arquitectura, artes plásticas-dibujos).	30	18
Elaboración de patrones para confeccionar colecciones de ropa, a través de las técnicas de bordado, drapeado.	26.7	16

*Elaboración propia.

El 98.3% de las 60 internas encuestadas percibe que seguir una formación educativa de bachiller técnico podría ser ventajoso para su preparación durante su proceso de reinserción social, además de ser necesario para su desarrollo personal, de acuerdo con 86.7% de las mujeres privadas de la libertad.

La expectativa de quienes cumplen una sentencia dentro del centro penitenciario femenino de Escobedo, Nuevo León, en lo que respecta a su futuro laboral, coincide con los resultados de su interés formativo técnico, la mayoría (26.7%) se visualiza trabajando en un restaurante, comedor o algún área donde se preparen alimentos; con un mismo porcentaje se posicionan las estéticas, peluquerías y clínicas de belleza y la capacitación; a 23.3% le gustaría trabajar en una empresa u organización con actividades relacionadas con sistemas computacionales y con el mismo porcentaje desean los cursos de esta área técnica.

En cuanto a la competitividad laboral, 100% de las mujeres que participaron en este estudio indicó que tendría mayores oportunidades al estar preparadas. Destacan las ventajas competitivas laborales, es decir, si contaran con una formación educativa técnica que les permita adquirir herramientas necesarias para trabajar, mayor posibilidad de ser contratadas para un empleo, así como establecer un negocio propio y crear un plan de vida que las lleve a tener un mejor ingreso económico.

CONCLUSIONES

Los principales hallazgos derivados de este estudio se vinculan con el objetivo de esta investigación, al describir el contexto educativo y laboral que perfila la expectativa de las mujeres privadas del Centro de Reinserción Social de Escobedo en Nuevo León. En cuanto al aspecto educativo, cuatro de cada diez encuestadas contaban, previamente a su reclusión, con una formación técnica en secundaria, lo cual les permite tener conciencia de las bases para desarrollar las habilidades y competencias en el seguimiento de su preparación en el proceso de reinserción social, así como identificar sus fortalezas en la preparación académica.

En lo que respecta a las habilidades laborales, ocho de cada diez mujeres que realizan algún trabajo dentro del centro penitenciario fortalecen su proceso para permitirles hacer conciencia de su realidad y de las fortalezas competitivas que pudieran surgir de estas acciones. Además, les permite reflexionar en su realidad, así como en las acciones actuales y las necesarias para cumplir las expectativas que tienen de su futuro, y con ello evitar la reincidencia delictiva, permitiéndoles generar un plan de vida con un mejor ingreso económico.

La realidad que vive una persona privada de la libertad impacta en su vida personal, profesional y familiar, más aún en el grupo vulnerable de internas, quienes, en la mayoría de los casos, son el pilar de la familia y tienen la responsabilidad de seguir fortaleciéndolo, a pesar de su encarcelamiento. Ante tal situación, las mujeres privadas de la libertad consideran ventajoso seguir su formación educativa para capacitarse y aprender algo útil para su preparación y así apoyar a sus familiares, además de ocupar su tiempo proactivamente, a fin de tener mejores hábitos que les ayuden a tener un buen historial en su expediente y esto redunde positivamente en su proceso de reinserción social; sin embargo, es importante considerar que para que este proceso se dé influyen muchos factores internos y externos.

De los resultados obtenidos en el estudio y lo estipulado en los lineamientos jurídicos en pro del cumplimiento del derecho a la educación en el sistema penitenciario, es pertinente que se impulse la creación de convenios entre instituciones educativas públicas-privadas y autoridades penitenciarias para el diseño e implementación de programas aptos para las internas, enfocados a la capacitación de elaboración de platillos, de estilismo y programación de sistemas, computación y diseño Web, para que, cuando sean liberadas, generen una fuente económica propia que ayude a su progreso personal, profesional y familiar.

REFERENCIAS

Freire, P. (2005). *Pedagogía del oprimido*. México: Siglo XXI Editores S.A. de C.V.

Hernández, R., y Mendoza, P. (2018). *Metodología de la Investigación, las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill Education.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censo Nacional de Gobierno, Seguridad Pública y Sistema penitenciario Estatales 2019*. Presentación de resultados generales. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/cngspspe/2019/doc/cngspspe_2019_resultados.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2020). *La educación transforma vidas*. Disponible en: <https://es.unesco.org/themes/education>

World Prison Brief, Institute for Crime & Justice Policy Research. (2019). *World Prison Brief data*. Disponible en: <https://www.prisonstudies.org/country/mexico>

ESTRATEGIA PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE METABOLITOS SECUNDARIOS EN PLANTAS

SOLEDAD GARCÍA-MORALES*,
JANET MARÍA LEÓN-MORALES*

Los metabolitos secundarios son compuestos de bajo peso molecular que no tienen una función reconocida en los procesos esenciales para la vida, pero son importantes para la sobrevivencia de las plantas que los producen debido a su participación en las interacciones con el medio ambiente. Estos metabolitos son acumulados diferencialmente en los órganos de la planta (hojas, raíces, flores, frutos, semillas o corteza), en diferentes etapas de crecimiento (geminación, vegetativa, reproductiva y madurez) y bajo condiciones ambientales específicas. Algunos metabolitos secundarios tienen un papel ecológico específico, como los pigmentos en flores y frutos que actúan como señales visibles para atraer insectos y pájaros para la polinización y dispersión de las semillas; otros le proporcionan soporte estructural a la planta o le brindan protección contra la exposición directa a la radiación UV y la fotooxidación, representando una ventaja adaptativa de las plantas terrestres.

Otra función importante de los metabolitos secundarios es su participación como parte de la defensa química de las plantas contra herbívoros, insectos, virus, hongos, bacterias y otras plantas. Muchos de estos compuestos son producidos de forma constitutiva, otros pueden requerir modificación enzimática para su activación, o su producción puede ser inducida en presencia de un patógeno en específico (Wink, 2018).

* Conacyt-Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C.
Contacto: smorales@ciatej.mx, jleon@ciatej.mx



ORIGEN BIOSINTÉTICO, FUNCIONES Y ACTIVIDADES BIOLÓGICAS



La biosíntesis de metabolitos secundarios involucra múltiples genes, enzimas y rutas, lo cual representa un costo energético para las células vegetales, resaltando la importancia funcional de estos compuestos para las plantas. Los metabolitos secundarios presentan una gran diversidad estructural y se pueden clasificar de acuerdo a su origen biosintético en:

Terpenos: son derivados de la unión de dos moléculas precursoras de cinco carbonos (5 C), el dimetilalil pirofosfato y el isopentenil pirofosfato, y se dividen de acuerdo con el

número de carbonos en mono-(10 C), di-(20 C), sesqui-(15 C), tri-(30 C) y tetra-terpenos (40 C). Los monoterpenos son componentes mayoritarios de los aceites esenciales, como el mentol en la menta (*Mentha spicata*) y el lavandulol en el aceite de lavanda (*Lavandula augustifolia*), este último usado comúnmente en perfumes. En este grupo de compuestos también se encuentra el potente fármaco antimalárico artemisina, un sesquiterpeno aislado de *Artemisia annua*. Los diterpenos se encuentran como componentes característicos de las resinas, como el agente antimetabólico

paclitaxol, aislado de la corteza de árboles del género *Taxus* spp. y usado para el tratamiento del cáncer de mama. La azadiractina es un triterpeno aislado de semillas del árbol del neem (*Azadiracta indica*) con potente actividad antialimentaria, el cual es usado como componente activo de formulaciones insecticidas. En este grupo también se encuentran las saponinas, triterpenos glicosilados, con actividad antifúngica reconocida (figura 1). Los carotenoides, que le confieren la coloración amarilla-naranja a flores y frutos, son un ejemplo de tetraterpenos (Singh y Sharma, 2015).

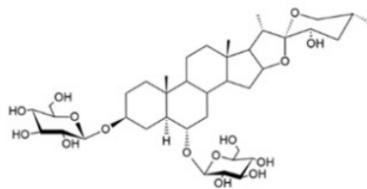
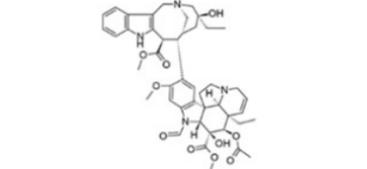
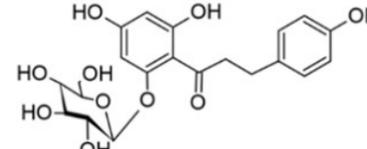
Planta	Metabolito secundario
	Cantalosaponina 1 
	Vincristina 
	Florizina 

Figura 1. Ejemplos de terpenos (cantalosaponina 1), alcaloides (vincristina) y flavonoides (florizina) producidos en plantas.

Policétidos: son resultado de la unión de unidades de acetato (2 C). La combinación de la ruta del acetato y la ruta del ácido shiquímico son responsables de la biosíntesis de estructuras fenólicas (Yu y Jez, 2008). La hipericina, una naftodiantrona producida por la hierba de San Juan (*Hypericum perforatum*) destaca por su actividad antiviral (anti-VIH). Otros metabolitos sintetizados por esta vía son los urushioles, compuestos responsables de la dermatitis por contacto causada por varias especies del género *Anacardiaceae*, así como la hiedra venenosa y el roble venenoso.

A pesar de que existen pocas moléculas precursoras, la vasta cantidad de metabolitos secundarios se debe a que muchos son sintetizados por más de una vía y a que el esqueleto básico puede sufrir diferentes modificaciones, como la adición de carbohidratos. Un ejemplo son los cannabinoides de *Cannabis sativa*, un grupo de compuestos terpenfenólicos, conteniendo una unidad de monoterpene unido a un anillo fenólico que proviene de la unión de unidades de acetato (2 C). El tetrahidrocannabinol alivia las náuseas y el vómito en pacientes bajo quimioterapia y en





el tratamiento de glaucoma y esclerosis múltiple (Goncalves *et al.*, 2019).

Fenilpropanoides: provienen de la ruta del ácido shiquímico, que provee una ruta alternativa a la del acetato para la síntesis de compuestos aromáticos. Los aminoácidos fenilalanina y tirosina son la base de la unidad fenilpropano (6 C-3 C), precursora de este grupo, en el que se incluyen los ácidos fenólicos, lignanos y cumarinas; mientras que, en combinación con la ruta del acetato, resulta en la biosíntesis de flavonoides, estilbenos y flavanolignanos (Yu y Jez, 2008).

Un ejemplo de este grupo son los galotaninos, polímeros de ácido gálico que le dan la astringencia a bebi-

das como el café, el té y el vino, y que han sido usados ampliamente en el proceso de curtido de pieles animales debido a su capacidad de formar complejos con las proteínas, aumentando la resistencia de la piel al calor y evitando su descomposición por el agua o microorganismos.

Las furanocumarinas son ampliamente distribuidas en las plantas y abundantes en las especies de las familias *Apiaceae* y *Rutaceae*. Para su biosíntesis se incorporan carbonos derivados de una unidad de isopreno (5 C) al esqueleto básico de cumarina. Debido a su capacidad de absorber luz en la región UV cercano, estos metabolitos han sido usados en la medicina para promover la pigmen-

tación de la piel y en el tratamiento de la psoriasis. Las furanocumarinas del perejil (xantotoxina, psoraleno, bergapteno y oxipeucedanina) presentan actividades nematocida, antifúngica y alelopática (inhibe el crecimiento de otras plantas), siendo una fuente de compuestos bioactivos de interés para su aplicación en la agricultura (Caboni *et al.*, 2014).

Los flavonoides son una de las clases más grandes de compuestos fenólicos (figura 1). Los diferentes tipos de flavonoides realizan diversas funciones en la planta, incluida la pigmentación, protección contra la radiación UV y de defensa. La quercetina y la luteolina son los principales flavonoides en frutos de pimienta

(*Capsicum annuum* L.), encontrándose en mayor cantidad en el pimienta roja y contribuyen a la actividad antioxidante de los extractos.

Alcaloides: son metabolitos que contienen en su estructura uno o más átomos de nitrógeno básico proveniente de los aminoácidos o purinas. Se clasifican de acuerdo con el aminoácido que proporciona el nitrógeno y la porción fundamental del esqueleto. Sin embargo, en algunos alcaloides también se incorporan moléculas precursoras de los grupos anteriores (acetato, isopreno y fenilpropano).

En las plantas, los alcaloides sirven como agentes antiherbivoría, debido a que muchos de ellos tienen un sabor astringente. Por otro lado, en mamíferos exhiben diferentes efectos fisiológicos potentes, y han sido usados por el humano en ritos y en la medicina tradicional. Ejemplos de alcaloides comunes incluyen la cafeína, la quinina y la nicotina; mientras que dentro de los alcaloides conocidos como narcóticos o estimulantes del sistema nervioso central se encuentran la cocaína, la morfina y la estericina.

Los metabolitos de este grupo también destacan por sus diversas actividades farmacológicas, como la camptotecina, un alcaloide quinolínico aislado de la corteza del árbol de la alegría (*Camptotheca acuminiata*), cuyo derivado es el principio activo de un fármaco para el tratamiento del cáncer de ovario. Otros ejemplos exitosos son la vinblastina y la vincristina, alcaloides indólicos de la vinca (*Catharanthus roseus*) usados en el tratamiento de linfomas y leucemia infantil aguda, res-

pectivamente (figura 1). El alcaloide papaverina, obtenido del látex de la amapola (*Papaver somniferum*), se destaca por su efecto vasodilatador y es usado de forma oral para el tratamiento de la disfunción eréctil. Por último, dentro de los alcaloides isoquinolínicos, la berberina destaca por su actividad antibacteriana y ha sido aislada de varias especies vegetales (Kutchan, 1995).

ELICITORES PARA INDUCIR LA BIOSÍNTESIS DE METABOLITOS SECUNDARIOS

Las plantas producen una gran diversidad de metabolitos secundarios (más de 200,000 conocidos actualmente), también denominados productos naturales, los cuales son una fuente importante de fármacos, aditivos alimenticios (saborizantes y pigmentos) y productos agroindustriales. Dentro de las limitantes para el aprovechamiento de estos recursos están la poca disponibilidad de material vegetal de forma silvestre, que su producción en las plantas no es constante a lo largo de su ciclo de vida y que su biosíntesis también puede variar dependiendo de las condiciones ambientales en las que crezca la planta. Por lo que se han desarrollado diferentes estrategias como la síntesis química, el cultivo de tejidos vegetales (bajo condiciones controladas), el cultivo hidropónico (solución nutritiva sin suelo), el

uso de elicitores o la combinación de algunas de estas técnicas para mejorar su producción.

Los elicitores son compuestos de diferentes fuentes, que en pequeñas cantidades pueden inducir cambios fisiológicos en un organismo vivo, y se clasifican en bióticos y abióticos. Los elicitores bióticos incluyen componentes o partes de hongos, bacterias o herbívoros; mientras que los elicitores abióticos se agrupan en factores físicos (luz, sequía, salinidad, estrés osmótico y térmico), químicos (compuestos inorgánicos o iones metálicos) y hormonales (Isah, 2019). En las plantas, los elicitores también pueden inducir la biosíntesis o acumulación de metabolitos secundarios que tienen un papel importante en la adaptación de las plantas a diferentes condiciones de estrés. En la tabla I se muestran algunos ejemplos de elicitores usados comúnmente para inducir la síntesis de metabolitos secundarios en plantas.

En los últimos años, la elicitación ha sido una estrategia biotecnológica ampliamente usada para inducir la biosíntesis de compuestos bioactivos en sistemas de cultivo *in vitro* de células, órganos y plantas. Los estudios se han enfocado en analizar el tipo de elicitador, la dosis y la frecuencia de aplicación para inducir vías metabólicas específicas que dan como resultado la producción de los metabolitos secundarios de interés. Diferentes investigaciones en plantas cultivadas indican que el tiempo de exposición, la variedad vegetal, la edad, la fertilización y la etapa del cultivo también son factores importantes que influyen en la producción exitosa de biomasa y la acumulación de metabolitos secundarios.

Tabla I. Lista de los diferentes tipos de elicitores de defensa en plantas.

Tipo de elicitador		Ejemplos
Biótico	Componentes hongos	Quitosano, β-glucanos, ergosterol, extracto de levadura
	Componentes bacterias	Lipoquitooligosacáridos, flagelina, siringólidos
	Componentes herbívoros	FACS (conjugados de aminoácidos-ácidos grasos)
Abiótico	Factores físicos	Luz (longitud de onda, intensidad), agentes osmóticos (manitol, sorbitol, PEG), salinidad (NaCl), sequía
	Compuestos químicos	Se, Si, V, Ce, Al, Ag, La, HgCl ₂ , CaCl ₂ , CuSO ₄
	Hormonas	Jasmonatos (AJ, MJ), etileno, ácido salicílico y abscísico

ELEMENTOS BENÉFICOS COMO ELICITORES PARA INDUCIR LA BIOSÍNTESIS DE METABOLITOS SECUNDARIOS

Los elementos benéficos no son esenciales para que las plantas puedan completar su ciclo de vida, pero pueden promover el crecimiento e incrementar la resistencia de las plantas a diferentes tipos de estrés, incluyendo la inducción del metabolismo secundario (Vatansever *et al.*, 2017). En esta temática, actualmente se están evaluando el selenio (Se), el vanadio (V), el cerio (Ce) y el silicio (Si) como elicitores químicos para incrementar la biosíntesis y acumulación de compuestos fenólicos y furanocumarinas en cultivos hortícolas y plantas medicinales.

Mediante el uso de sistemas hidropónicos, se están evaluando diferentes concentraciones de Se y V sobre el crecimiento de perejil, así como diferentes tiempos de exposición para incrementar la producción de psoraleno (furanocumarina) y evaluar su actividad antimicrobiana contra diferentes fitopatógenos (figura 2).

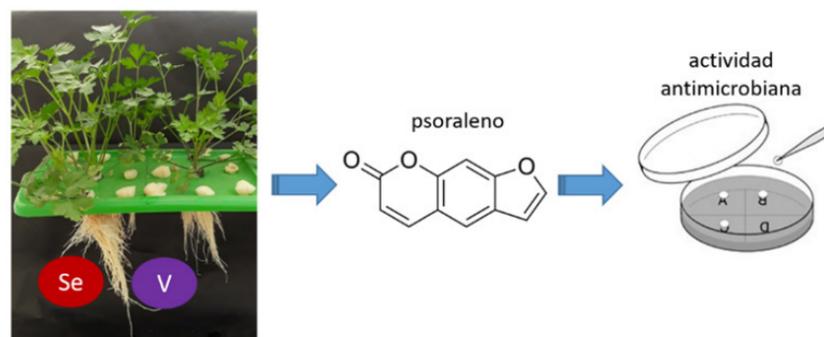


Figura 2. Uso de selenio (Se) y vanadio (V) para incrementar la biosíntesis de furanocumarinas (psoraleno) en perejil.

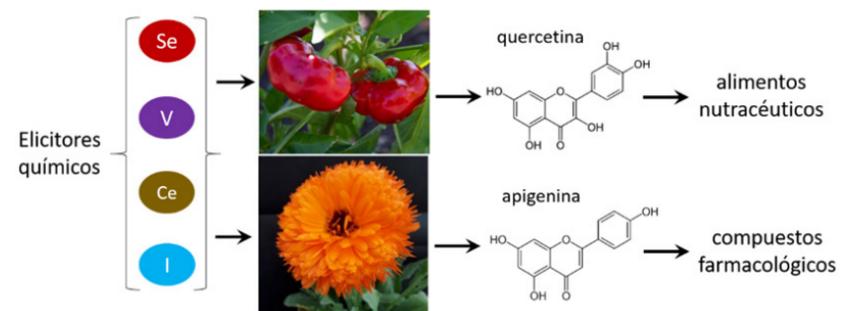


Figura 3. Los elementos benéficos como elicitores para incrementar la biosíntesis de flavonoides (quercetina y apigenina) en pimiento y caléndula.

En pimiento, tomate y caléndula crecidas en sustrato bajo condiciones de invernadero, se están estudiando diferentes concentraciones de Se, V, Ce e I, tiempo de exposición y etapas de cultivo para aumentar la biosíntesis de flavonoides como una estrategia para producir alimentos nutraceuticos con mayor contenido de compuestos antioxidantes (figura 3).

El contenido de compuestos fenólicos (incluyendo flavonoides) incrementó en hojas de pimiento al aplicar V (153-510 mg L⁻¹) y Se (397-1589 mg L⁻¹) semanalmente a las raíces. Este efecto positivo fue dependiente de la concentración y correspondió con un incremento

en el crecimiento de las plántulas (Saldaña-Sánchez *et al.*, 2019). El Si también estimula la acumulación de compuestos fenólicos en las raíces de plántulas de tomate, dependiendo del cultivar (Shi *et al.*, 2014). Estos metabolitos secundarios forman parte de la defensa antioxidante de las plantas, ayudando a contrarrestar los efectos del estrés oxidativo y su acumulación es fuertemente influenciada por las condiciones medioambientales.

El efecto inductor del metabolismo secundario de estos elementos benéficos no sólo se observa en los órganos vegetativos (hojas, tallos y raíces), sino también en frutos, in-

crementando su valor nutritivo. En plantas de tomate enriquecidas con Se se observó un aumento el contenido de licopeno (0.5 mg Se L⁻¹) y quercetina (1 mg Se L⁻¹) en frutos, induciendo dos rutas metabólicas diferentes, dependiendo de la concentración (Pezzarossa *et al.*, 2013). En esta misma especie, el Ce (62.5 mg CeO₂ kg⁻¹ suelo) afectó negativamente el contenido de licopeno en frutos, con una disminución de hasta 92% con respecto al control (Barrios *et al.*, 2017). Resaltando la importancia de este tipo de estudios para establecer las concentraciones, tipo de aplicación y tiempo de exposición adecuadas para cada especie (tabla II).

Tabla II. Efecto de los elementos benéficos en la producción de metabolitos secundarios en plantas.

Elemento benéfico	Concentración	Especie vegetal	Tipo de metabolito secundario	Referencia
Cerio (Ce)	125 mg kg ⁻¹	<i>Solanum lycopersicum</i>	Licopeno	Barrios <i>et al.</i> , 2017
Lantano (La)	60 mg L ⁻¹	<i>Salvia miltiorrhiza</i>	Tanshinona I	Zhou <i>et al.</i> , 2011
	20 y 60 mg L ⁻¹	<i>Salvia miltiorrhiza</i>	Tanshinona IIA y Cryptotanshinona	Zhou <i>et al.</i> , 2011
Selenio (Se)	0.5 mg L ⁻¹	<i>Solanum lycopersicum</i>	Licopeno	Pezzarossa <i>et al.</i> , 2013
	0.5 y 1.0 mg L ⁻¹	<i>Solanum lycopersicum</i>	Quercetina	Pezzarossa <i>et al.</i> , 2013
	5 mg planta ⁻¹	<i>Raphanus sativus</i>	Ácido sinápico	Schiavon <i>et al.</i> , 2016
	5 y 10 mg planta ⁻¹	<i>Raphanus sativus</i>	Ácido cafeico	Schiavon <i>et al.</i> , 2016
	20 mg planta ⁻¹	<i>Raphanus sativus</i>	Glucosinatos y Kaempferol-3-ramnosil glucósido	Schiavon <i>et al.</i> , 2016
	10 y 20 µM	<i>Raphanus sativus</i>	Glucobrassicina	Schiavon <i>et al.</i> , 2016
5, 10 y 20 µM	<i>Capsicum annuum</i>	Fenólicos totales	Saldaña-Sánchez <i>et al.</i> , 2019	
Silicio (Si)	0.5 mM	<i>Solanum lycopersicum</i>	Fenólicos totales	Shi <i>et al.</i> , 2014
Vanadio (V)	3, 5 y 10 µM	<i>Capsicum annuum</i>	Fenólicos totales	Saldaña-Sánchez <i>et al.</i> , 2019

Además de los compuestos fenólicos, estos elementos benéficos inducen otras vías metabólicas, incluyendo metabolitos secundarios característicos de algunos géneros o familias de plantas, como los tanshinones (diterpenos) en el género *Salvia* y glucosinolatos en la familia *Brassicaceae* (Schiavon *et al.*, 2016; Zhou *et al.*, 2011). Estos metabolitos secundarios tienen importantes actividades farmacológicas reportadas, como actividad anticancerígena, y se han estudiado sus diferentes mecanismos moleculares y celulares. Por lo que la estrategia de elicitación con elementos benéficos es una alternativa importante para incrementar la producción de estos compuestos de interés farmacológico (tabla II).

CONCLUSIÓN

Los metabolitos secundarios forman parte de la defensa química de las plantas y representan una ventaja adaptativa al medio ambiente en que crecen. Por lo que su producción no es constitutiva durante todo su ciclo de vida y puede ser inducido en respuesta a diferentes tipos de estrés biótico o abiótico. Debido a las diferentes actividades farmacológicas de estos compuestos y beneficios para el ser humano, hay interés en optimizar la producción de estos metabolitos en plantas o cultivos de células y órganos. Una estrategia que ha resultado efectiva es el uso de elicitors, entre ellos los elementos benéficos como el La, Se, Si y V, los cuales tienen un efecto positivo en el crecimiento y desarrollo de las plantas, aunque también han sido empleados para inducir varias vías metabólicas e incrementar la producción de metabolitos secundarios

de interés. Sin embargo, es necesario evaluar en cada especie la concentración del elemento benéfico, el tipo de aplicación y el tiempo de exposición necesarios para obtener los mejores rendimientos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos las facilidades otorgadas por el Laboratorio Nacional PlanTECC (número de proyecto 293362).

REFERENCIAS

Barrios, A.C., Medina-Velo, I.A., Zuverza-Mena, N., *et al.* (2017). Nutritional quality assessment of tomato fruits after exposure to uncoated and citric acid coated cerium oxide nanoparticles, bulk cerium oxide, cerium acetate and citric acid. *Plant Physiology and Biochemistry*. 110:100-107.

Caboni, P., Saba, M., Oplos, C., *et al.* (2014). Nematicidal activity of furanocoumarins from parsley against *Meloidogyne* spp. *Pest Management Science*. 71(8):1099-1105.

Goncalves, J., Rosado, T., Soares, S., *et al.* (2019). Cannabis and its secondary metabolites: Their use as therapeutic drugs, toxicological aspects, and analytical determination. *Medicines (Basel)*. 6(1):31-77.

Isah, T. (2019). Stress and defense responses in plant secondary metabolites production. *Biological Research*. 52: 39-63.

Kutchan, T.M. (1995). Alkaloid biosynthesis -The basis for metabolic engineering of medicinal plants. *The Plant Cell*. 7:1059-1070.

Pezzarossa, B., Rosellini, I., Malorgio, F., *et al.* (2013). Effects of selenium enrichment of tomato plants on ripe

fruit metabolism and composition. *Acta Horticulturae*. 1012:247-251.

Saldaña-Sánchez, W.D., León-Morales, J.M., López-Bibiano, Y., *et al.* (2019). Effect of V, Se, and Ce on growth, photosynthetic pigments, and total phenol content of tomato and pepper seedlings. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 19:678-688.

Schiavon, M., Berto, C., Malagoli, M., *et al.* (2016). Selenium biofortification in radish enhances nutritional quality via accumulation of methyl-selenocysteine and promotion of transcripts and metabolites related to glucosinolates, phenolics, and amino acids. *Frontiers in Plant Science*. 7:1371-1388.

Shi, Y., Zhang, Y., Yao, H., *et al.* (2014). Silicon improves seed germination and alleviates oxidative stress of bud seedlings in tomato under water deficit stress. *Plant Physiology and Biochemistry*. 78:27-36.

Singh, B., y Sharma, R.A. (2015). Plant terpenes: defense responses, phylogenetic analysis, regulation and clinical applications. *3 Biotech*. 5(2):129-151.

Vatansever, R., Ilker Ozygit, I., y Filiz, E. (2017). Essential and beneficial trace elements in plants, and their transport in roots: a review. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 181:464-482.

Wink, M. (2018). Plant secondary metabolites modulate insect behavior-steps toward addiction? *Frontiers in Physiology*. 9:364-372.

Yu, O., y Jez, J.M. (2008). Nature's assembly line: biosynthesis of simple phenylpropanoids and polyketides. *The Plant Journal*. 54:750-762.

Zhou, J., Guo, L., Zhang, J., *et al.* (2011). Effects of LaCl₃ on photosynthesis and the accumulation of tanshinones and salvianolic acids in *Salvia miltiorrhiza* seedlings. *Journal of Rare Earths*. 29(5):494-498.

¿Quieres anunciarte con nosotros?, tenemos un espacio para ti

Si deseas promover tu negocio, tu marca o tus servicios, y hacer que investigadores, profesores y alumnos universitarios te tengan presente, te invitamos a formar parte de **CIENCIA UANL**, una publicación de circulación nacional con más de 20 años de historia.

Para mayores informes comunícate con nosotros al tel. (81) 8329-4236, o bien al correo revista.ciencia@uanl.mx



El *Tlapiani*, el primer guardián de asteroides construido por manos mexicanas

Abigail Ramírez Rocha*

La Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, ha diseñado y construido el primer telescopio de última generación: el “*Tlapiani* Tetra Telescopio”; el *Tlapiani*, o “guardián” en Náhuatl, fue totalmente construido con habilidades y conocimiento mexicano. El nombre de este artilugio surge luego del gran impulso que ha dado la Rectoría de la UANL, encabezada por el maestro Rogelio Garza Treviño, y su visión 2030, que incluye las tres T: “Trabajar, Transformar y Trascender”.

El coordinador del Programa Universitario para el Desarrollo de la Astrofísica y Ciencias del Espacio de la UANL, Dr. Eduardo Pérez Tijerina, comenta que el proyecto *Tlapiani* cumple con dicha consigna, ya que el proyecto ha generado mucho trabajo a miembros de la comunidad científica y académica, de igual manera se ha transformado el conocimiento para abrir nuevos horizontes y, sin duda alguna, está logrando que se trascienda como sociedad.

El Observatorio de la UANL fue construido en el cerro “El Picacho”, ubicado en el municipio de Iturbide, Nuevo León, a 2 mil 400 metros de altura. La locación fue decidida así porque este punto es considerado uno de los mejores cinco sitios a nivel nacional para apreciar el espacio, pues cuenta con 65% de noches despejadas al año y la oscuridad del cielo alcanza magnitudes (aparentes) de 22.5 a 23, lo cual lo hace un sitio ideal.

El *Tlapiani* está constituido por cuatro espejos que permitirán el monitoreo de asteroides y observaciones de objetos de espacio profundo como cometas y estrellas variables. Cada lente mide 50 cm de diámetro y la geometría de sus espejos permitirá ver objetos con magnificaciones de 20 y hasta 100 veces si son brillantes. Con este proyecto, México entrará en las campañas nacionales e internacionales de monitoreo de asteroides.

* Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
Contacto: abbiramirez7@gmail.com

La importancia de este tetratescopio no sólo recae en el conocimiento científico que se podrá generar, sino en el hecho de que, a lo largo de los ocho años en los que se estuvo arduamente planeando y ejecutado, se generó empleo para distintas personas que no contaban con trabajo. No sólo es hacer el diseño, la mecánica o los engranes del telescopio, el proceso también implica adaptar el terreno del cerro, hacer un camino entre los escombros y, como comenta el Dr. Eduardo Pérez, “todo viene de la mano, la parte científica, el desarrollo económico, generación de empleo y el beneficio para la gente”.

Gracias a esta iniciativa emprendida por la FCFM de la UANL, en colaboración con sus colegas de Ensenada, UNAM, Conacyt, etcétera, se ha podido despertar un interés en el turismo científico en Iturbide, Nue-

vo León, logrando que el beneficio no sólo fuera para la comunidad de este específico gremio, también para la gente del pueblo. Debido al trabajo en equipo, el *Tlapiani* es concebido como un discurso holístico: un proyecto que, al involucrar a tantos sectores y gremios tan distintos, deja claro que la ciencia es para todos: “Lo más difícil del proyecto *Tlapiani* fue convencer a la gente de que se tiene la capacidad para hacer proyectos de este nivel”, comentó el Dr. Eduardo Pérez.

Para la elaboración del *Tlapiani*, se requirió ayuda de todas y de todos, desde estudiantes encargados de la modelación de los espejos que tiene el telescopio, pasando por el diseño del mecanismo para moverlo, hasta albañiles que adaptaron el cerro para la implementación del observatorio que incluye edificio, domo y telescopio.

Sin duda uno de los logros más importantes de este proyecto, y que no termina en su construcción, sino que continuará durante mucho tiempo, es que toda la comunidad se está uniendo, desde albañiles e ingenieros, hasta estudiantes y profesores, para generar juntos el respectivo conocimiento de distintas áreas y poder desarrollar habilidades con el potencial que todas y todos los mexicanos tenemos.

“No lo vean como un gasto, es una inversión para generar empleo, ayudar el turismo y seguir generando conocimientos al alcance de todos”, comenta el Dr. Eduardo Pérez Tijerina. Sin duda alguna, todas y todos nos deberíamos sentir orgullosos por este logro que trascenderá en la historia. Seamos parte de la UANL o no, el *Tlapiani* nos demostró que todos tenemos el potencial y la capacidad para crear grandes cosas.



Cómo formular un problema antropológicamente pertinente: la labor de Carmen Viqueira Landa vista por sus alumnos

MARÍA JOSEFA SANTOS CORRAL*

Carmen Viqueira Landa nació en Badajoz, España, en 1923. A raíz de la Guerra Civil española salió de su país y, luego de un breve periodo en Inglaterra, llegó a México en 1940. En este país pasó gran parte de su vida y se formó académicamente; primero como psicóloga, en la UNAM, donde obtuvo la maestría en 1950, y luego como antropóloga en la Universidad Iberoamericana (UIA); en 1974 terminó su doctorado y se incorporó como docente. En 1978 fue directora del Departamento de Antropología. En los años ochenta fue directora del Posgrado en Antropología, también en la Universidad Iberoamericana. Durante su dirección mantuvo el prestigio del Programa, con pocos profesores de tiempo completo y algunos profesores eventuales, cuya contratación permitía atender intereses diversos de los estudiantes. En los treinta años que la doctora Viqueira permaneció en el Programa emprendió una labor editorial muy intensa, reeditando textos clásicos de antropólogos y las mejores tesis de los estudiantes del Departamento, los cuales agrupó en diversas colecciones. También estuvo a cargo del Programa Interdisciplinario de Investigación en Análisis Regional, de 1989 a 1997 (Beltrán, 2010; Melville, 2011 y Bueno, 2018).

El trabajo académico de la doctora Viqueira está marcado por su formación interdisciplinaria que le permitió entender, desde una perspectiva internalista, la forma en que algo tan personal como la percepción puede



Carmen Viqueira Landa

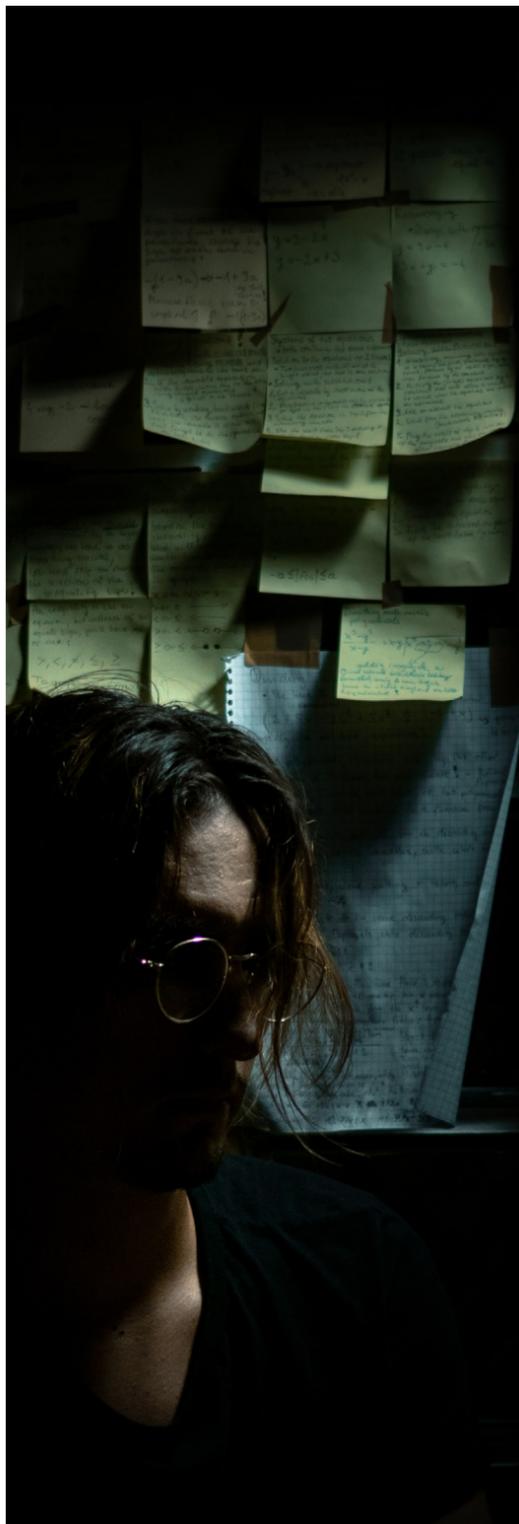
*Universidad Nacional Autónoma de México.
Contacto: mjsantos@sociales.unam.mx

también estar modelada culturalmente. Esta perspectiva permeó los lugares y sujetos con los que trabajaba: estimulaba a sus alumnos a construir problemas que podrían ser abordados desde distintos enfoques disciplinarios, pero respondiendo siempre a una pregunta antropológicamente pertinente. En concordancia con lo anterior, como directora del Posgrado incentivó la entrada de alumnos que habían sido formados en áreas distintas a la antropología. En la última etapa de su vida, Carmen promovió la lectura y análisis de monografías clásicas, en un seminario sobre el tema que impartió en la Universidad Iberoamericana hasta casi el final de sus días. Murió el 21 de julio de 2010.

Si bien a lo largo de su vida la doctora Viqueira publicó trabajos con los hallazgos de sus investigaciones, algunos de los cuales están citados al final del texto, en este escrito quiero destacar su labor como formadora de antropólogos, impulsándolos siempre a abrir nuevos campos de estudio a partir del planteamiento de rigurosos problemas, y de preguntas de investigación relevantes para la ciencia antropológica. En este número especial de Mujeres en la Ciencia, y como homenaje a una gran maestra, me he propuesto reconstruir la influencia de la doctora Viqueira en la trayectoria profesional de varios de sus alumnos, a quienes pedí que organizaran sus comentarios alrededor de las dos preguntas que estructuran el texto.

La mayoría de los caminos profesionales de las personas que contestaron estas preguntas están relacionados con la academia. Cito el testimonio de profesores investigadores de la Universidad Iberoamericana, de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco (UAM-X), del Centro de Investigación y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), pero también pude recoger el de antropólogos vinculados a una práctica profesional aplicada a la solución de problemas, por ejemplo, una ONG o la empresa paraestatal Pemex, que no han sido nunca académicos. Adicionalmente recurrí a las tres biografías de Carmen publicadas con anterioridad cuya referencia completa se encuentra al final del texto. Por último, incluyo también los recuerdos de mi propia experiencia como alumna de la doctora Viqueira.





¿En qué aspectos de su carrera académica o profesional ha incidido la formación que recibió de la doctora Carmen Viqueira?

Antes de contestar esta pregunta creo necesario señalar que la doctora Viqueira no establecía relaciones jerárquicas con los estudiantes, ni siquiera con aquellos que estábamos en los primeros semestres de la licenciatura. Recuerdo, por ejemplo, el caso de una querida amiga, antropóloga en ciernes, que se puso tan nerviosa en una de las exposiciones en clase que tuvo que salirse del aula. Al ir a ofrecer disculpas, Carmen la animó a seguir adelante y para despedirse le dijo: “Piensa siempre que somos colegas”. Mis recuerdos coinciden con lo publicado por Miriam Beltrán (profesora de la UAM-X), quien señala: “El trabajo de Carmen Viqueira como profesora se pone en evidencia en la manera como trataba a sus estudiantes. Ella nos consideraba colegas, colegas en formación, pero colegas al fin, a los que se les debía respeto profesional. Es cierto que podía ser muy estricta en sus opiniones críticas, entre otras cosas, porque ella lo era también consigo misma, cuestión que consideraba como un punto central de su deber como formadora” (Beltrán, 2010:208).

Esta relación horizontal implicaba un fuerte compromiso de ambas partes, tanto de ella como profesora o supervisora de tesis (directora o lectora), como de los propios estudiantes que una vez que ella los había elegido, sentían la responsabilidad de hacer la mejor tarea posible. De este compromiso-responsabilidad mutuos, dan cuenta los testimonios de Virginia García (investigadora y ex-directora del CIESAS), quien relata: “En mi trabajo de tesis de maestría me ayudó muchísimo. Me dio lecturas adecuadas, me corrigió una y otra vez el texto. La primera vez que lo hizo me puso, como solía hacer, *post-it* amarillos con sus notas. ¡No había una sola página de mi borrador de tesis que no tuviera al menos un *post-it*! Me traumé... Pero fueron esos *post-it*, esas notas y sus comentarios a lo largo del desarrollo de la tesis, lo que logró que fuera realmente un buen producto” del que derivaron después dos publicaciones. Por su parte, Ángel Castro, consultor ligado a la Iglesia Católica y a temas sobre educación, señala: “El que ella accediera a dirigir mi tesis de maestría sobre un proyecto de desarrollo regional en Honduras, me permitió vincular los procesos académicos donde ella era exigente y rigurosa en el análisis, con una investiga-

ción concreta. Afectiva, respetuosa y crítica a la vez, hacía observaciones y cuestionamientos para clarificar el abordaje, en un tema que por la situación del país se prestaba a sesgos políticos y a perder la honradez con lo real. En tal sentido, al momento de ir ordenando los hallazgos y su correspondencia o no, con las preguntas formuladas en el diseño y en contraste con el trabajo de campo, insistía en la necesidad de ser yo el mayor crítico de mí mismo”.

En los testimonios anteriores, destaca también otro de los valores que Carmen nos transmitía junto con los comentarios puntuales, y a veces no tan puntuales, que escribía en los papelitos amarillos: describir objetivamente lo observado procurando ir más allá de las interpretaciones ideológicas, para lo que debíamos conocer y referir toda la bibliografía pertinente. Al respecto, Miriam Beltrán dice lo siguiente: “Carmen fue dura e insistente en que aprendiera a formular un problema de investigación que fuera ‘antropológicamente relevante’, es decir que planteara realmente una pregunta relacionada con la cultura de un grupo humano. Si bien es cierto que era muy puntillosa en la revisión de las descripciones etnográficas, insistía en que sirviera para avanzar en el conocimiento. Esta enseñanza me sigue acompañando hasta ahora en mi trabajo como investigadora, pero particularmente como profesora y en comités de tesis”. Quien esto escribe suele recordarles a sus tesis de distintas disciplinas (Relaciones Internacionales, Comunicación y Administración), que piensen en preguntas pertinentes para su área de trabajo, aunque también, y como aprendí de Carmen, no resisto la tentación de ayudarlos a plantear problemas y planteamientos teóricos, echando mano de disciplinas que no suelen ser en las que están haciendo la tesis, para que encuentren el hilo conductor que articule sus trabajos.

El rigor en el planteamiento del problema está presente también entre sus estudiantes que no se dedicaron a la academia. Margarita Elizalde (que trabajó en Pemex aplicando los planteamientos de la antropología para resolver problemas sociales) recuerda: “En mi desempeño profesional fue fundamental darle un valor preponderante a la observación, así como al análisis crítico de la realidad. La formalidad y seriedad con la que la Dra. Viqueira me transmitió sus conocimientos me permitió valorar el trabajo de antropología aplicada que realizaba

“Piensa siempre que somos colegas”...

Ella nos consideraba colegas, colegas en formación, pero colegas al fin.

e imprimirle respeto al mismo; su influencia me llevó a poder realizar interpretaciones desde diferentes ángulos, lo cual enriquecía el análisis resultante y lograba permear e influir en las conclusiones y acciones que se tenían que tomar en la zona de estudio”.

Para finalizar con esta pregunta, quiero señalar otro aspecto que fue clave en la formación de sus estudiantes: ubicar el trabajo etnográfico en un contexto más amplio, que permitiera plantear relaciones con fenómenos sociales generales. Lo anterior abonaba a la posibilidad de incursionar en nuevos temas donde el análisis antropológico, junto con los temas de otras disciplinas, podía contribuir a problematizar y explicar la realidad analizada. Carmen Bueno, profesora y exdirectora del Departamento de Ciencia Sociales de la UIA anota: “Con Carmen logré ubicar a la etnografía como instrumento analítico y problematizador de la realidad, es éste el elemento distintivo de la antropología, a través del cual podemos aportar, dialogar y discutir con otras disciplinas; superar la centralidad de la comunidad para estudiar cualquier fenómeno social y generar preguntas a nivel regional, lo que se concretó en el proyecto colectivo sobre el impacto regional de la industrialización en Ciudad Sahagún, y comprender la globalización como un largo proceso que inicia desde el siglo XVI, resultado de las múltiples estrategias de acumulación del capital, que extrae valor de las periferias para beneficiar los centros del sistema”.

En estos temas presentes en su vida profesional, la doctora Viqueira tenía la capacidad de colocar el dato etnográfico, por ejemplo, el vínculo entre la producción de trigo en las haciendas del centro de México y la extracción de plata, en el rompecabezas de la globalización en el siglo XVII, haciendo que todo cobrara sentido en la cabeza de sus liados estudiantes.



¿Podría usted compartir algún reto o idea para su trabajo surgido a partir de interacción con Carmen?

El gran reto que la doctora Viqueira dejó a sus alumnos fue el compromiso con nuestra práctica profesional como investigadores, docentes y al desempeñar labores de antropología aplicada. Carmen impulsó la creación y difusión del conocimiento antropológico desde su gestión como

“Con Carmen logré ubicar a la etnografía como instrumento analítico y problematizador de la realidad...”

“Las discusiones que tuve con la Dra. Viqueira siempre fueron un gran reto, de ahí que el llevarlas a la práctica con profesionales de otras disciplinas fue muy enriquecedor...”

directora del Posgrado en Antropología en la UIA, donde, además, promovió una línea editorial del departamento a través de dos colecciones. En la primera, Estudios regionales, se publicaban tanto los trabajos de antropólogos reconocidos como los de los estudiantes del programa; en la segunda, denominada Tepletlaoxtoc, se incluyeron trabajos de los estudiantes que transitaron por la Estación de Campo Permanente “José de Acosta”, establecida por la Universidad Iberoamericana en el poblado desde 1970 (Melville, 2011).

El dialogo interdisciplinario que la doctora Viqueira mantenía continuamente con estudiantes de distintas disciplinas, con colegas de la UIA, de otras universidades y ámbitos profesionales, la estimuló a seleccionar temáticas que consideraba abrían vetas innovadoras en la simbiosis formación-investigación. Ejemplo de ello eran, además de sus clases, conferencias y asesorías, sus propias publicaciones. En el libro *Percepción y cultura*, publicado por la Casa Chata en 1977, la doctora muestra, a partir de un enfoque antropológico, combinado con las bases de psicología necesarias para entender los problemas de agudeza sensorial de los distintos grupos humanos, la incidencia de la cultura, objeto de estudio de la antropología, en los resultados de las pruebas psicológicas a las que se sometieron los habitantes de distintas sociedades primitivas, pero también de los científicos que promovieron y analizaron estas pruebas. El acento antropológico para entender problemas que originalmente fueron planteados desde otras disciplinas nos permitió a sus alumnos ingresar desde muy temprano a temas como el análisis de la innovación tecnológica, de los problemas de educación, el estudio de minorías étnicas no indígenas y la incidencia de la globalización en procesos económico-industriales locales, ente otros.

Asimismo, la rigurosidad con la que Carmen revisaba nuestros trabajos (de clase o avances de tesis) nos preparaba para “colar” argumentos antropológicos en discusiones interdisciplinarias. Alejandro Cornejo, coordinador del Programa Institucional de Tutoría del Colegio de Ciencias y Humanidades, señala: “En mi trabajo profesional el ejemplo de la doctora Viqueira me ha ayudado hasta la fecha a saber hacer preguntas detonadoras, observar con detenimiento los procesos docentes y de aprendizaje en el bachillerato, establecer contrastes y variaciones en



una realidad heterogénea y cambiante, y principalmente, saber intervenir en la solución de problemas educativos y en la toma de decisiones. Su legado permea la mayor parte de mis actividades profesionales hasta el punto de que la capacidad de asombro y observación la transmito a mis estudiantes de bachillerato y posgrados en docencia”.

Por su parte, Margarita Elizalde recuerda: “Las discusiones que tuve con la Dra. Viqueira siempre fueron un gran reto, de ahí que el llevarlas a la práctica con profesionales de otras disciplinas fue muy enriquecedor y valorado en el ámbito donde me desempeñé, ya que no era habitual realizarlas, sobre todo considerando que uno de los primeros trabajos en los que participe en Pemex fue en los diagnósticos sociales, económicos y políticos de las principales zonas petroleras, realizado por un grupo interdisciplinario: geógrafo, sociólogo, matemático, economista, politólogo y yo, la antropóloga social”.

El gran reto que Carmen planteó a sus alumnos fue el de formular problemas interesantes y pertinentes en y para la Antropología, desde la trinchera donde nos ubicamos sea ésta el trabajo académico o la práctica profesional. Nos entrenó a encontrar dónde podríamos filtrar la perspectiva antropológica, en las discusiones sobre temas que originalmente no habían sido abordados por antropólogos, temas que incluso no eran “bien vistos” por la comunidad. El límite era el trabajo riguroso y en lo posible la contribución al conocimiento. Como formadora me escucho a veces repitiendo sus palabras a mis tesis, tratando de ayudarlos a encontrar hilos conductores, ligados preferentemente a categorías de análisis que les permitan hilvanar los distintos apartados de sus tesis a la vez que construyen sentido para que sus datos de campo sobre temas, a veces poco ortodoxos, refresquen la teoría.

Para terminar esta “entrevista” quiero agradecer a todos los alumnos que hicieron el favor de contestar las dos preguntas que organizaron el trabajo, pero sobre todo quiero agradecer profundamente a mi maestra, la doctora Carmen Viqueira, porque me ayudó a encontrar una profesión formidable: el oficio de la antropología.

REFERENCIAS

- Beltrán, M. (2010). Reflexiones sobre la vida académica de Carmen Viqueira como profesora de antropología de la Universidad Iberoamericana en México. *IberoForum, Revista Electrónica de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana*. V(10):206-216.
- Bueno, C. (2018). Las aportaciones a la antropología de Carmen Viqueira. En G. Fernández Anaya, A. González Jácome, G. Prado Garduño, *et al.* (coord.). *La universidad Iberoamericana generadora de conocimiento*. Editorial UIA:CDMX, pp. 273-288.
- Melville, R. (2011). Carmen Viqueira Landa: relejendo sus contribuciones a la antropología en México. *Desacatos, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social*. 35:165-170.

ALGUNAS PUBLICACIONES DE CARMEN VIQUEIRA LANDA

- Percepción y cultura. Un enfoque ecológico* (1977). Ediciones de la Casa Chata Centro de Investigaciones Superiores del Instituto Nacional de Antropología e Historia: México.
- Los obrajes en la Nueva España 1530-1630* (1990). Dirección General de Publicaciones del Conaculta: México. En coautoría con Urquiola, J.I.
- Sistemas hidráulicos, modernización de la agricultura y migración* (1994). El Colegio Mexiquense y Universidad Iberoamericana: México. Cooordinado junto con Lydia Torre.
- El enfoque regional en antropología* (2001). Colección Teoría Social, Universidad Iberoamericana: México.





Economía circular para la sustentabilidad

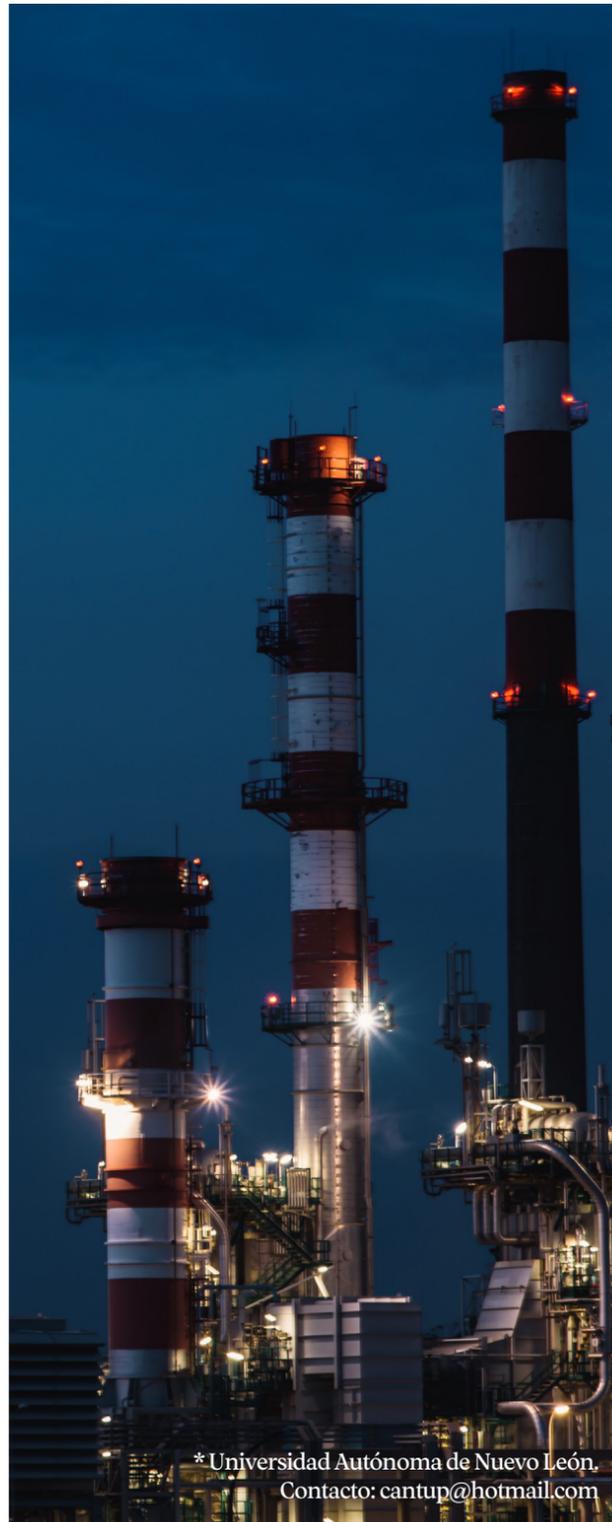
PEDRO CÉSAR CANTÚ-MARTÍNEZ*

En el pasado siglo XX, de acuerdo con Ilobe Sociedad Pública de Gestión Ambiental (2018:4), se alerta que

el consumo mundial per cápita de materiales se ha duplicado, mientras que el consumo de energía primaria se ha triplicado. Es decir, cada uno de nosotros consumimos aproximadamente tres veces más energía y dos veces más materiales que nuestros antepasados en 1900. Y no sólo eso, sino que ahora somos más de 7,200 millones de personas las que consumimos, frente a los 1,600 del año 1900.

Esto es la resultante del modelo económico imperante durante el siglo pasado en el que la mayoría de las naciones en el mundo han sustentado sus economías en la utilización de grandes cantidades de recursos renovables y no renovables de los que disponen mayormente a un costo bajo. Esto tiene su génesis en la Revolución Industrial, donde tanto sus prácticas como el progreso técnico y científico han promovido el deterioro del entorno natural (Suazo, 2017).

Entre tanto, Mauricio Espaliat (2017:11) comenta que sustancialmente el modelo económico que ha prevalecido en el mundo es el denominado lineal. Éste se caracteriza por la “producción y consumo, en el cual se fabrican productos a partir de materias primas que luego se venden, se utilizan y, a continuación, se desechan como residuos”. Este tipo de economía, aunada a la Revolución tecnocientífica, ha promovido un incremento de las economías apoyadas en el consumismo y en el extractivismo que hoy conocemos, cuyas externalidades se han convertido en aspectos



* Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: cantup@hotmail.com

negativos y deletéreos para el entorno natural. Por lo cual, este modelo es constantemente cuestionado.

Ante lo anterior se alza la economía circular (EC) como un planteamiento serio que conceptualmente puede catalogarse como la antagonista del modelo lineal. En el presente manuscrito pretendemos explicar qué es la EC, sus principios, cualidades, el papel del sector productivo y terminaremos con algunas consideraciones finales en derredor de esta temática.

¿QUÉ ES LA ECONOMÍA CIRCULAR?

Sin lugar a dudas la economía lineal ha ocasionado una crisis ambiental de la cual –como sociedad– somos completamente conscientes; está fue inicialmente advertida en la Conferencia Internacional sobre el Medio Humano en el postrer año de 1972 en la ciudad de Estocolmo (Suecia), donde concurren organismos tanto gubernamentales como no gubernamentales, científicos, académicos y sociedad civil (Cantú-Martínez, 2015).

Legrand (2019) hace mención que unos años antes de la reunión de Estocolmo –para ser más precisos en 1966–, Kenneth Boulding bosquejaba una economía cuyas características representaban un sistema cerrado sin relaciones con el entorno. Esta postura fue retomada años más adelante por Pearce y Turner (1990), quienes incorporaron la noción de sistema

económico circular mediante su libro *Economics of natural resources and the environment*, publicado por la Universidad de Johns Hopkins.

Entre tanto, también el suizo Walter R. Stahel asumió un papel preponderante mediante su artículo titulado *The Product-Life Factor*, que le llevó a ganar un premio internacional en 1982, en éste comentaba la imperiosa necesidad de optimizar la vida útil de los bienes que se producen para evitar el colapso de los recursos naturales, así como la generación de residuos (Ramos *et al.*, 2019).

Así nace y se entreteje la postura teórica de la EC en el medio académico, postura que hoy en día se yergue como una alternativa al modelo actual –lineal– y que fortalece la orientación del desarrollo sustentable. De hecho, esta EC es un modelo económico holístico que crea ventajas y beneficios tanto sociales como de carácter ambiental (Espaliat, 2017).

Este nuevo modelo (EC) es conceptualmente definido “como un sistema regenerativo y restaurador que busca mantener en su nivel más alto de valor los productos, componentes y materiales, mediante el aprovechamiento eficaz de los recursos y la preservación del capital natural” (Cárdenas, 2018:11).

La implementación de la EC es altamente pertinente ya que se tiene documentado por De la Cuesta (2020:4) que en “los últimos 50 años no hemos experimentado una sola vez un periodo prolongado de estabilización ni una disminución en la demanda mundial de materiales”. Por el con-

trario, en este lapso la demanda de bienes y servicios se ha incrementado, conllevando además un aumento de la extracción de materias primas y por consecuencia una acentuación de los procesos productivos y manufactureros. Con la consecuente pérdida de calidad de vida e incremento de los efectos del cambio climático.

La EC sienta sus bases en dos estrategias que se pueden denominar como de circularidad y que constan –de acuerdo con Jiménez (2020:9)– en dos vertientes de acción:

1. Las acciones de circularidad en el ciclo recursos-residuos, incidiendo en los temas prioritarios, que se relacionan principalmente con el reciclaje y el tratamiento de desechos. Éste es un planteamiento de reconversión a corto y medio plazo.
2. Los procesos de transición circular a efectos de lograr un menor consumo de recursos naturales, menos efectos ambientales y un mejor desarrollo socioeconómico, con generación de empleo sostenible. Por su parte, este planteamiento obedece a una visión de cambio sistémico a más largo plazo.

De esta manera, la EC, en oposición a la economía lineal, da cuenta de un mejor aprovechamiento de los insumos –materias primas y energía– y favorece una reducción sustancial de residuos y de su recuperación, convirtiéndolos mayormente en materias primas.

PRINCIPIOS Y CUALIDADES DE LA ECONOMÍA CIRCULAR

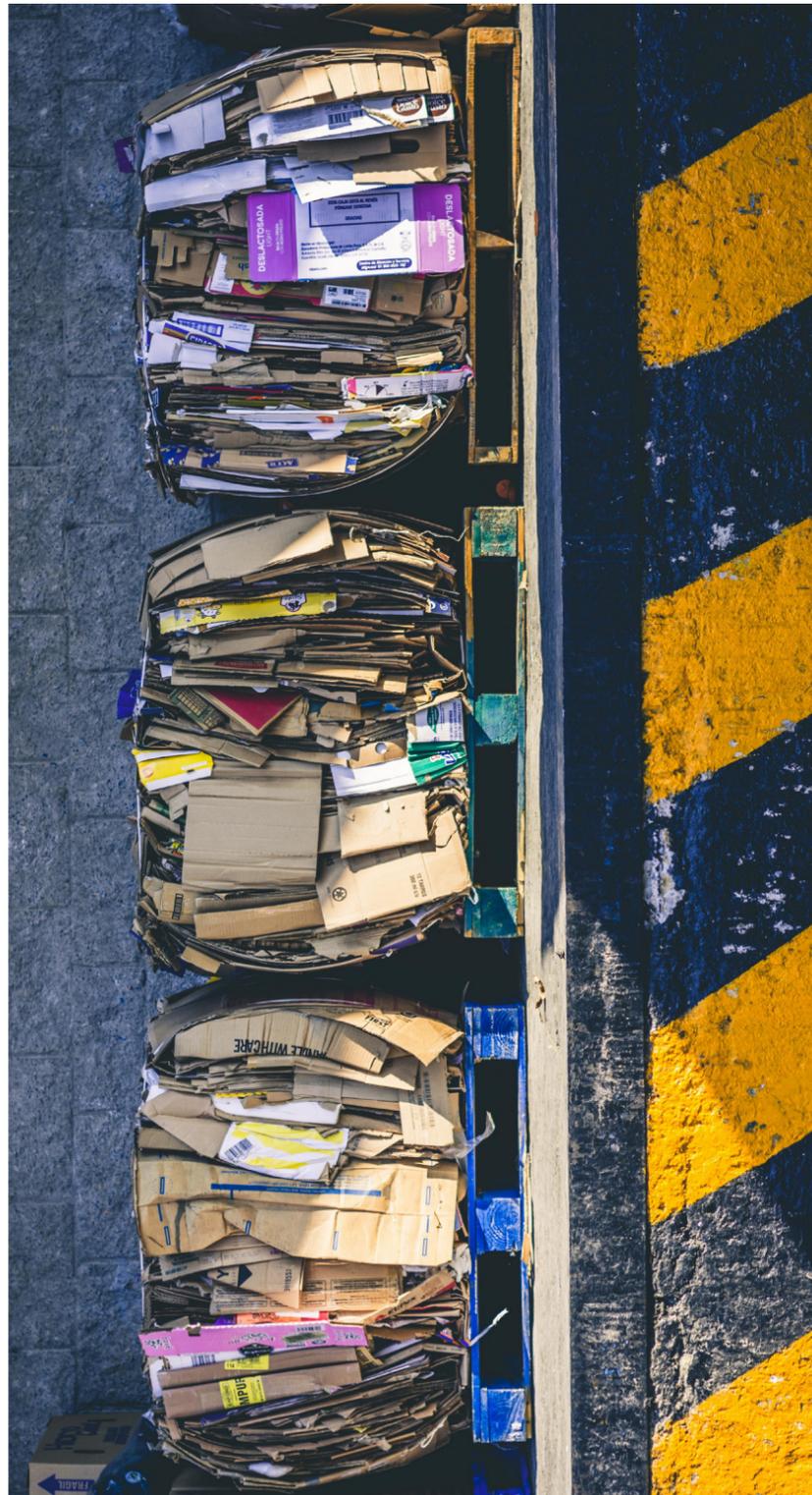
La EC se constituye en una gran coyuntura –según Espaliat (2017:25)– para atender problemáticas sumamente apremiantes como

la gestión de residuos, del ciclo del agua y de la energía. La primera constituye una valiosa oportunidad para generar beneficios económicos y ambientales. La segunda y la tercera se enfocan en preservar recursos escasos y frágiles, que deben ser tratados con especial rigor.

Para esto la EC tiene principios que dan configuración a este modelo y con los cuales aspira a abatir los procesos productivos insostenibles. Entre éstos encontramos conservar el entorno natural y sus recursos, mejorar el beneficio que se puede obtener de los recursos renovables y no renovables empleados, y por último reducir los impactos de carácter negativo al impulsar una mayor efectividad y seguridad operativa de los sistemas de producción (Bohórquez y Mosquera, 2019).

Por consiguiente, como advierte Montaña (2018:29), los principios de la EC

tienen una amplia repercusión en diferentes niveles de los ciclos naturales y de producción de bienes; desde el aprovechamiento óptimo y sostenible de los recursos naturales, pasando por mantener dentro del



sistema de la forma más eficiente los flujos de materiales, hasta la reutilización o disposición final de los subproductos de la actividad industrial y de consumo.

Por estas razones es que el modelo de EC –desde su enunciación– está conquistando el interés de la colectividad internacional. Esto ha llevado aparejado que agrupaciones como la Fundación para la Economía Internacional, la Fundación Ellen MacArthur, Ecoembes, el Centro de Innovación y Economía Circular y el Foro de Economía Circular en América, efectúen proyectos, asesorías y reuniones para impulsar este nuevo modelo económico (Montaña, 2018).

De esta manera, Arroyo (2018:79) indica que la EC equivale a llevar “un cambio sistémico que construye resiliencia a largo plazo, genera oportunidades comerciales y económicas, y proporciona beneficios ambientales y sociales”, para esencialmente edificar y orientar un razonamiento como argumentación que impulse la iniciativa de no generar residuos, debido a que las tendencias de crecimiento poblacional demandarán –en el futuro– cada vez más recursos para satisfacer sus economías.

De esta manera la EC aporta un curso de producción perdurable, que tiene por objetivo “mantener productos, componentes y materiales en su

más alto nivel de utilidad y valor todo el tiempo, distinguiendo entre ciclos técnicos y biológicos” (Ramos *et al.*, 2019:21264).

Por otra parte, Gureva y Deviatkova (2019) comentan que inicialmente la EC surgió con tres principios conocidos como las 3R (reducir, reusar y reciclar); sin embargo, con el discurrir del tiempo ahora se han transformado en 9R: rechazar, reducir, reutilizar, reparar, restaurar, remanufacturar, rediseñar, reciclar y recuperar. De esta forma la aplicación de la EC puede llevarse a cabo en toda actividad, desde un contexto particular hasta pensar en el orden mundial, y permitiría consolidar el desarrollo sustentable.



PAPEL DEL SECTOR PRODUCTIVO

La participación del sector productivo se torna sumamente relevante para llevar a cabo esta transición, toda vez que “habrá una compleja red de desafíos relacionados con el consumo, la contaminación y el estrés hídrico y energético” (Arroyo, 2018:79). Ya que de hacer este cambio –dejando de lado la economía lineal–, de acuerdo con Adriana Zacarías (2018, párrf. 1), coordinadora regional de Eficiencia de Recursos y Consumo Sostenible de la ONU Medio Ambiente, la “economía circular podría reducir hasta un 99% los desechos de algunos sectores industriales y un 99% de sus emisiones de gases de efecto invernadero, ayudando así a proteger el medio ambiente y combatir el cambio climático”.

Recordemos que el cambio climático en la actualidad se yergue como el reto más grande que como sociedad humana hemos enfrentado, tan sólo 90% de las problemáticas y desastres ambientales tienen su génesis en el cambio climático, tal como lo aseveró Mami Mizutori (2019), responsable de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres.

Por ejemplo, en Europa, en la última década, Holanda se ha constituido en una nación pionera en lo relativo a la EC, donde destaca su actividad

con una tasa de reciclado de más de 80% y una alta relación de



productividad de materiales (en euros, por kg de material). En el programa gubernamental para una economía circular, el Gobierno holandés presenta formas de avanzar desde esta posición, para lograr una economía circular en la que las materias primas se usen de la manera más inteligente posible (Bohórquez y Mosquera, 2019:7).

De igual manera, existen otras iniciativas similares en Dinamarca y Estados Unidos. Con este marco internacional la EC se está edificando para construir la estructura de una nueva economía más empática con la sustentabilidad.

CONSIDERACIONES FINALES

La EC, sin lugar a dudas, ahora es parte del marco referencial del desarrollo sustentable, por lo cual se debe tomar en cuenta seriamente. Por lo tanto, los sectores social y económico que se inscriban en la Agenda 2030 deben irse alineando a esta EC para terminar con la economía lineal generadora de productos, subproductos y residuos que han deteriorado y socavado la esfera ambiental.

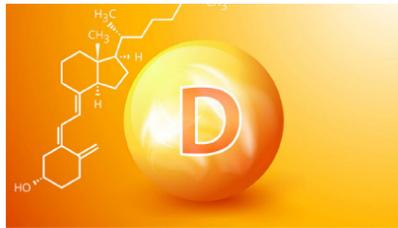
Este cambio no sólo representa un desafío para el sector económico, sino que dentro de la dimensión social deberá ocurrir una nueva génesis de pensamiento que arraigue en el contexto cultural, político y legal, para hacer perdurable esta EC ya que es inaceptable seguir especulando que contamos con recursos naturales infinitos.

REFERENCIAS

- Arroyo, F.R. (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *INNOVA Research Journal*. 3(12):78-98. DOI: <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n12.2018.786>
- Bohórquez, C., y Mosquera, J.L. (2019). *Principios e economía circular*. Bogotá. Observatorio de Desarrollo Económico de la Secretaría de Desarrollo Económico de Bogotá. Disponible en: <http://observatorio.desarrolloeconomico.gov.co/dinamica-economica-industria/principios-de-economia-circular>
- Cantú-Martínez, P.C. (2015). Ascenso del desarrollo sustentable. De Estocolmo a Río +20. *Ciencia UANL*. 18(75): 33-39.
- Cárdenas, G. (2018). Economía circular. Del objeto desechable a la producción sustentable. *¿Cómo ves? Revista de Divulgación de la Ciencia de la UNAM*. 230:8-13. <http://www.comoves.unam.mx/assets/revista/230/economia-circular.pdf>
- De la Cuesta, M. (2020). La economía circular: una opción inteligente. *Economistas sin Fronteras*. 37:4-6.
- Espeliat, M. (2017). *Economía circular y sostenibilidad. Nuevos enfoques para la creación de valor*. CreateSpace:Scotts Valley.
- Gureva, M.A., y Deviatkova, Y.S. (2019). Formation of the Concept of a Circular Economy. *Religación-Revista de Ciencias Sociales y Humanidad*. 4(21):23-34.
- Ihobe Sociedad Pública de Gestión Ambiental. (2018). *Economía circular en la industria del país Vasco. Diagnóstico*. Departamento de Medio Ambiente, Planificación Territorial y Vivienda del Gobierno Vasco e Ihobe

- Sociedad Pública de Gestión Ambiental: Bilbao.
- Jiménez, L.M. (2020). Economía circular-espiral. Opciones estratégicas desde el reciclaje al cambio sistémico. *Economistas sin Fronteras*. 37:7-15.
- Legrand, F. (2019). *Economía circular: guía esencial para la circularidad de la empresa*. CapacitaRSE LLC. Disponible en: <http://www.cursosderse.com/wp-content/uploads/2019/08/Guia-EcoCircular.pdf>
- Mizutori, M. (2019). *Los desastres son la nueva normalidad*. Noticias ONU. Disponible en: <https://news.un.org/es/interview/2019/11/1465021>
- Montaño, A.C. (2018). Economía circular, un modelo de transformación. *Revista Tecnológica Ciencia y Educación Edwards Deming*. 2(1):22-36.
- Pearce, D.W., y Turner, R.K. (1990). *Economics of natural resources and the environment*. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Ramos, C., Zilber, M.A., Silva, L.F., et al. (2019). Economía circular, innovación y sustentabilidad. *Brazilian Journal of Development*. 5(10):21261-21276. DOI:10.34117/bjdv5n10-284
- Suazo, B. (2017). *Economía circular en Chile: alcances, problemas y desafíos en la gestión de la ley REP*. (Tesis de Licenciatura). Universidad de Chile: Santiago de Chile, Chile.
- Zacarías, A. (2018). *¿Qué es la economía circular y cómo cuida del medio ambiente?* Noticias ONU. Disponible en: <https://news.un.org/es/interview/2018/12/1447801>

Luis Enrique Gómez-Vanegas*



Me pregunto si alguna vez tú has escuchado una frase muy particular que utilizan los adultos cuando un niño da muestras de su inteligencia: “¿A quién habrá sacado en lo ‘listo’?”. Y no falta el papá que se quiera adjudicar el crédito porque, según él, los hombres son más ingeniosos. Pues déjame decirte que no heredaste lo inteligente de tu papá, más bien se trata de la vitamina D, un nutriente con muchas funciones importantes en el cuerpo humano, que se transmite de una mujer embarazada a su bebé en el útero, al cual ayuda a regular procesos como el desarrollo del cerebro. En un nuevo estudio, se ha examinado la relación entre el nivel de vitamina D de la gestante y el cociente intelectual que tendrá su niño o niña.

Después de tener en cuenta la mayor parte de factores que podrían influir con el cociente intelectual, un equipo del Hospital Pediátrico de Seattle, en Washington, EE UU, encabezado por la doctora Melissa Melough, ha llegado a la conclusión de que los niveles más altos de vitamina D en el embarazo se asociaron con una mayor inteligencia en infantes de entre 4 y 6 años de edad. Aunque investigaciones de observación como éste no pueden demostrar una relación de causa y efecto, las especialistas creen que los hallazgos tendrán importantes repercusiones y merecen una mayor investigación.

Por otra parte, y aunque la deficiencia de vitamina D es común en

muchos países, los resultados indican que las mujeres de color embarazadas tienen más riesgos de salud por deficiencia de ésta, al menos en Estados Unidos.

Cabe aclarar que la deficiencia de vitamina D es un problema muy habitual y puede afectar negativamente al desarrollo fetal. La deficiencia de ésta puede darse incluso si la persona sigue una dieta saludable. Esta escasez a veces está relacionada con el estilo de vida, la pigmentación de la piel u otros factores fuera de nuestro control (fuente: NCYT de Amazings).



Y es que la etapa del embarazo a muchas personas les llena de alegría y de ilusión, pero también de cambios en el organismo, en los hábitos diarios, incluso de preocupaciones si se da el caso de un alto riesgo. Muchos son los avances que se han dado en el área de la obstetricia y ginecología para de alguna manera reducir los riesgos que pudieran surgir en el periodo de gestación. De hecho, investigadores de la Universidad de Sevilla (España), al mando de la doctora María del Carmen Romero, han realizado un riguroso y pormenorizado análisis de cómo se ha aplicado la inteligencia artificial en los últimos doce años en este ámbito.

En esta línea, se ha confirmado que trastornos como los defectos de

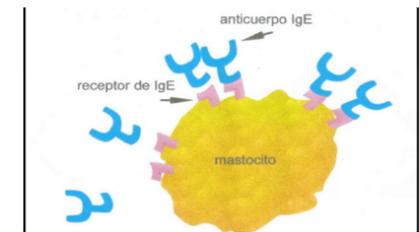
nacimiento congénitos del corazón o la macrosomía, la diabetes gestacional y el parto pretérmino, son detectados de manera más temprana gracias al uso de la inteligencia artificial. En este último caso, incluso, estudios donde se aplica han encontrado una correlación entre el número de partos pretérmino y la contaminación medioambiental a la que han estado previamente expuestas las embarazadas.

Por otra parte, este trabajo evidencia que las investigaciones donde se han tenido en cuenta las emociones como parámetros de entrada en los modelos de predicción de riesgo en el embarazo son prácticamente inexistentes (únicamente 1.28% del universo analizado) y muy pocos se enfocan en la salud mental de la embarazada (sólo 5.1% del total), a pesar de que está demostrado que la salud psicológica está correlacionada con el riesgo de que pueda sufrir determinadas enfermedades propias del embarazo. Se trata de un estado vital que conlleva la necesidad de cambios y de nuevos aprendizajes que pueden llegar a provocar episodios de ansiedad, miedo, preocupación, e incluso depresión.

Los especialistas afirman que los sistemas basados en computación afectiva podrían permitir la interacción emocional con la embarazada y, por ejemplo, detectar cambios emocionales y ofrecerle determinadas pautas o recomendaciones a seguir, que previamente el sistema habría aprendido de los médicos. Esto puede hacer que la paciente se sienta más

*Universidad Autónoma de Nuevo León.
Contacto: caballero@uaq.mx

segura y cercana a su servicio de salud y pueda reducir los habituales sentimientos de ansiedad o preocupación, que podrían derivar en problemas físicos (fuente: US/DICYT).



Si bien es cierto que hay enfermedades que son propias de mujeres o de hombres, como las que vimos que pueden surgir durante la gravidez, también es cierto que hay otros padecimientos que pueden afectar a cualquiera, no obstante, en algunos ellas tienen un mayor riesgo, como en los relacionados con el sistema inmunitario, por ejemplo, el asma, las alergias, algunas migrañas y el síndrome del intestino irritable. Las conclusiones de una nueva investigación indican la causa concreta de ello.

Un equipo de la Universidad Estatal de Michigan, integrado, entre otros, por las doctoras Emily Mackey y Cynthia Jordan, encontró varias conexiones de hormonas específicas presentes antes y después del nacimiento con la respuesta inmunitaria y el desarrollo de algunas enfermedades inmunitarias a lo largo de la vida. Los resultados demuestran que son nuestras hormonas perinatales, no las hormonas sexuales adultas, las que tienen mayor influencia en el riesgo de desarrollar trastornos asociados con los mastocitos a lo largo de la vida. Los mastocitos son células del tipo conocido como “glóbulo blanco” que desempeñan funciones beneficiosas en el cuerpo. Orquestan

la primera línea de defensa contra las infecciones y la exposición a toxinas y desempeñan un papel importante en la curación de las heridas.

Cuando los mastocitos se vuelven hiperactivos, pueden iniciar enfermedades inflamatorias crónicas y, en ciertos casos, la muerte. La investigación previa relacionó el estrés psicológico con un receptor específico de mastocito y respuestas inmunitarias excesivas, asimismo, se descubrieron diferencias dependiendo del sexo del individuo.

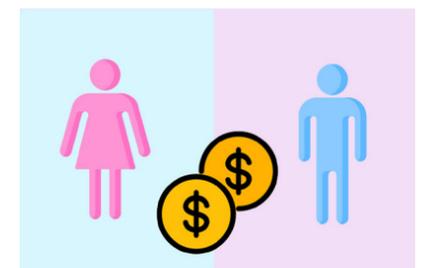
Así, los mastocitos femeninos almacenan y liberan más sustancias inflamatorias como proteasas, histamina y serotonina, en comparación con los mastocitos masculinos. Por lo tanto, los mastocitos femeninos son más propensos a desencadenar respuestas inmunitarias agresivas. Aunque esto puede ofrecer la ventaja de sobrevivir a infecciones que matarían a los hombres, también las puede poner en un mayor riesgo de sufrir enfermedades inflamatorias y autoinmunes (fuente: NCYT de Amazings).



Estos descubrimientos abren la puerta a nuevas terapias y estrategias de prevención. Y es que no sólo males como el intestino irritable se presentan más en la población femenina. Análisis realizados por un grupo de la UPV/EHU (España), basados en las encuestas de salud de la CAPV, de España, y de la muestra española co-

respondiente a la Encuesta de Salud Europea, muestran que el género es un importante determinante de la salud mental y de la gestión que se realiza de ésta en los servicios sanitarios. En esas tres bases de datos destacan mayores prevalencias de mala salud mental en las mujeres de todas las edades y de todos los grupos sociales, además existe un efecto multiplicativo por la acumulación de experiencias de desigualdad. Esta realidad, además, parece ser diferente en función de la edad y del nivel socioeconómico de los/las pacientes.

El grupo, dirigido por la doctora en Salud Pública Amaia Bacigalupe, pone en evidencia que disminuir las desigualdades de género en la salud mental deberá ser el resultado de la intervención política a diferentes niveles. Según explican, existe una clara relación entre el nivel de desigualdad de género en la sociedad y las desigualdades de género en la salud mental, de modo que todas aquellas políticas de lucha contra la discriminación que sufren las mujeres en el mercado laboral, en la responsabilidad sobre el trabajo doméstico y de cuidados, en el uso del tiempo y, en términos generales, aquellas que las empoderen a partir de su mayor representación política y visibilización social, repercutirán positivamente en la disminución de las desigualdades en salud mental entre hombres y mujeres (fuente: UPV/EHU).



Y ya que hablamos de las luchas que se tienen día a día en una sociedad que sigue privilegiando lo masculino frente a lo femenino, las profesoras Traci Sitzmann, de la Universidad de Colorado, y Elizabeth Campbell, de la de Minnesota, han examinado una cuestión muy importante: en los países más religiosos, ¿hay mayor igualdad salarial entre hombre y mujer que en los menos religiosos? ¿O es justo al revés?

Las especialistas analizaron el grado de religiosidad y el nivel de igualdad salarial entre hombre y mujer en 140 naciones. Su análisis indica que dicha diferencia salarial es 29 puntos porcentuales mayor en los países más religiosos. En éstos, las mujeres ganan 46% de lo que ganan los hombres y 75% del salario de los hombres en los países laicos. Esta tendencia a una mayor diferencia salarial en las culturas religiosas se aplica a las principales religiones del mundo: budismo, cristianismo, hinduismo, islam y judaísmo.

El grupo también llevó a cabo una serie de experimentos para demostrar que el efecto de la religiosidad en la brecha salarial es causal, es decir, la religión es la causa de la brecha salarial. De hecho descubrieron que la exposición a los valores religiosos dio lugar a que los sujetos de estudio asignaran a los trabajadores salarios significativamente más altos que los que asignaban a las trabajadoras, aunque ellas rindieran al mismo nivel que ellos (fuente: NCYT de Amazings).

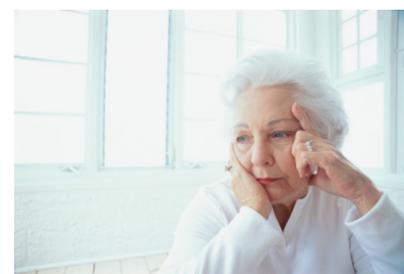


Eso es una tendencia, lamentablemente, muy generalizada aún, el dar menos valor al trabajo femenino, y dar por sentado que llevan a cabo labores de menor importancia para la sociedad. Por ejemplo, durante siglos, los historiadores y científicos coincidieron en que cuando los primeros grupos humanos buscaban comida, los hombres cazaban y las mujeres recolectaban. Sin embargo, la tumba de una mujer cazadora de 9,000 años de edad en las montañas de los Andes de Sudamérica revela una historia diferente, según una nueva investigación realizada en la Universidad de California.

En 2018, durante las excavaciones arqueológicas en un yacimiento de gran altitud llamado *Wilamaya Patjxa* en Perú, los investigadores encontraron un enterramiento temprano que contenía un juego de herramientas de caza con puntas de proyectil y herramientas de procesamiento de animales. Los objetos que acompañan a las personas en la muerte tienden a ser los que las acompañaron en vida, dijeron los investigadores. Se determinó que el cazador era probablemente una mujer, basándose en los hallazgos del osteólogo del equipo. La estimación de sexo fue confirmada posteriormente por un análisis de proteína dental.

El sorprendente descubrimiento los llevó a preguntarse si era parte de un patrón más amplio de cazadoras femeninas o simplemente una excepción. Observando los registros publicados de enterramientos de finales del Pleistoceno y principios del Holoceno en toda América del Norte y del Sur, lograron identificar 429 individuos de 107 yacimientos. De ellos, 27 estaban asociados con herramientas de caza mayor: 11 eran femeninos y 15 masculinos. La muestra fue suficiente para “garantizar la conclusión de que la participación femenina en la caza mayor probablemente no era anecdótica”. Además, el análisis identificó a la cazadora de *Wilamaya Patjxa* como el primer enterramiento de un cazador en América.

El análisis estadístico muestra que entre 30 y 50% de los cazadores de estas poblaciones eran mujeres. Este nivel de participación contrasta fuertemente con los cazadores-recolectores recientes, e incluso con las sociedades agrícolas y capitalistas, donde la caza es una actividad decididamente masculina con bajos niveles de participación femenina (fuente: NCYT de Amazings).



Sin duda alguna, todo trabajo es importante. Sin embargo, en muchas ocasiones, aún contra su voluntad, algunas personas han sido relegadas a labores donde no pueden desarrollar

todo su potencial, lo cual ha terminado por repercutir en su calidad de vida. Al respecto, en una investigación se ha comparado la memoria a edad avanzada de las mujeres que han tenido una vida laboral profesional con la de aquéllas que se han centrado en las labores domésticas.

El equipo de Elizabeth Rose Mayeda, de la Universidad de California (UCLA), en Los Ángeles, ha analizado los datos de un seguimiento de salud y estilo de vida de 6,189 mujeres de todo el territorio de Estados Unidos y ha comprobado que las tasas de disminución de la memoria después de los 55 años de edad eran más lentas en el caso de las que han pasado muchos años, antes de cumplir los 50, trabajando profesionalmente (en un empleo remunerado). La tendencia también es la misma quienes dejaron su empleo durante varios años para criar a sus hijos antes de volver al mundo laboral.

Si bien no hay debate sobre el hecho de que administrar un hogar y una familia puede ser un trabajo complejo y a tiempo completo, el estudio sugiere que realizar una actividad remunerada puede ofrecer cierta protección cuando se trata de la pérdida de memoria, posiblemente debido a la estimulación cognitiva, el compromiso social o la seguridad financiera.

Los especialistas encontraron que si bien las puntuaciones en las pruebas de memoria eran similares para todas las mujeres entre los 55 y los 60 años, después de los 60 años la tasa promedio de disminución de las puntuaciones de las pruebas de memoria era más lenta para las que trabajaron profesionalmente que para las que no lo hicieron (fuente: UCLA/CDC).



Y es que obligar a alguien a realizar actividades que no le gustan, o no remunerarla como se debe por situaciones que no tienen que ver con la calidad y cantidad de trabajo, es violentarla, pero esto puede ir más allá cuando el maltrato no sólo es psicológico, sino que interviene la fuerza y la violencia física. Y tal vez tú te hayas preguntado, ¿qué pasa por la mente de quien maltrata. Pues bien, un estudio realizado por un equipo de la Universidad de Granada (UGR), encabezado por la doctora Agar Marín Morales, y publicado en la revista *Journal of Interpersonal Violence*, ha analizado la activación cerebral de hombres maltratadores ante dilemas de violencia de género.

Este equipo, perteneciente al Centro de Investigación Mente, Cerebro y Comportamiento (CIMCYC), ha comparado el funcionamiento cerebral ante dilemas morales de violencia de género (situaciones de violencia física y psicológica dirigidas a controlar la conducta de sus parejas) y dilemas morales de violencia general (situaciones de violencia entre hermanos, amigos, etc.) en dos grupos de hombres delincuentes: unos condenados por violencia de género (maltratadores) y otros condenados por violar otras normas legales sin violencia contra las personas (otros delincuentes). Todos ellos se sometieron a una sesión de resonancia magnética funcional para analizar las áreas de su

cerebro que se activaban mientras procesaban estos dilemas.

En primer lugar, se diseñó una serie de dilemas relacionados con situaciones de violencia de género y de violencia general que compararon con los dilemas morales clásicos (por ejemplo, “¿Empujaría a una persona a la vía de un tren para detenerlo y evitar que atropelle a cinco personas?”). Los resultados mostraron que estos nuevos dilemas de violencia de género y violencia general activaban las mismas áreas cerebrales que los dilemas clásicos, es decir, las de la *Default Mode Network* (DMN) o red cerebral por defecto, una red implicada entre otras funciones en la empatía y la cognición social, el pensamiento interno o el procesamiento de juicios morales.

En segundo lugar, compararon las activaciones cerebrales de un grupo de maltratadores y otro de delincuentes ante estos nuevos dilemas. Los resultados mostraron que el grupo de ‘otros delincuentes’ activó las áreas cerebrales del DMN durante ambos tipos de dilemas. Sin embargo, los maltratadores no activaron las áreas del DMN cuando procesaban los dilemas de violencia de género, pero sí ante los dilemas de violencia general, lo que sugiere que las decisiones sobre sus parejas no implican un conflicto moral para ellos.

Así, “prohibir a sus parejas o ex-parejas ir en minifalda a una fiesta parece que no les supone un conflicto moral con respecto a la libertad de la mujer”, explican. Estos resultados preliminares parecen mostrar que la activación de las áreas cerebrales involucradas en la toma de decisiones morales no es universal, y su activación ante determinados dilemas

—como los relacionados con la violencia— es específica de los valores morales de la persona (fuente: Universidad de Granada/Fundación Descubre).



Las secuelas de violencia son muchas y aprender a vivir con ellas puede tomar años. Al respecto el equipo del proyecto BELIEVE de la Universidad de Granada (UGR), en el que sobresale la profesora Natalia Hidalgo, ha determinado las numerosas alteraciones cerebrales que provoca la violencia de género en las mujeres maltratadas, en el que supone el primer trabajo de este tipo que se realiza a nivel mundial utilizando técnicas de resonancia magnética estructural con una metodología de ‘cerebro completo’.

Se trata de la primera investigación sobre las diferencias estructurales entre supervivientes y no-víctimas utilizando esta metodología. La mayoría de las investigaciones de neuroimagen previamente realizadas con mujeres supervivientes se habían centrado en analizar una zona concreta del cerebro vinculada con el estrés postraumático. La presente amplía el objetivo, analizando el cerebro en su totalidad.

Como explican los encargados: “Se conoce ampliamente que la violencia de género provoca multitud de secuelas en las mujeres que la sufren, sin embargo, han sido poco estudiadas las alteraciones cerebrales consecuentes a sufrir esta violencia”.

Los resultados de este estudio mostraron diferencias cerebrales estructurales entre quienes no habían sufrido violencia de género y las víctimas en términos de área, volumen y grosor en el surco lateral y las áreas temporales, frontales, occipitales, parietales y límbicas.

Las víctimas de malos tratos mostraban menos volumen y superficie cerebral en el surco temporal derecho e izquierdo, el giro inferior frontal, el córtex cingulado anterior izquierdo y el precúneo y occipital derechos, principalmente. Además, el análisis morfológico mostró una relación entre las alteraciones en estas regiones y diferentes mecanismos causales potenciales, como las experiencias adversas sufridas durante la infancia, el estrés postraumático consecuente a la violencia, y diversas situaciones traumáticas sufridas durante las relaciones violentas, como los intentos de estrangulamiento, los traumatismos cerebrales y la misma gravedad de la violencia.

Una de las contribuciones de estos resultados es, precisamente, el descubrimiento de esta compleja interrelación entre diferentes variables relacionadas con la violencia de género que están provocando una serie de alteraciones cerebrales, no estudiadas ni evaluadas normalmente, pero que puede ocasionar consecuencias en la vida cotidiana de las supervivientes (fuente: UGR/DICYT).



Si bien es cierto que las anteriores parecen malas noticias, pues hablamos de maltrato y las consecuencias que pudieran surgir debido a éste, los avances y resultados nos ayudan a conocer cada vez más las diversas situaciones y tomar verdadera conciencia de problema. De hecho, hay buenas noticias al respecto, según un nuevo artículo publicado en la revista *BMJ Global Health*, las mujeres y jóvenes que reportaron violencia física alguna vez en su vida por parte de sus parejas disminuyó de 55 a 28% entre 1995 y 2016. Los investigadores del Instituto Global de las Mujeres (GWI) de la Universidad George Washington, dirigidos por Mary Ellsberg, en colaboración con la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua en León y la ONG Nicaragüense InterCambios, realizaron un seguimiento sobre la violencia de pareja íntima (VPI) en León, Nicaragua, 20 años después del análisis de prevalencia inicial, titulado *Confites en el Infierno*.

El equipo de investigación también encontró que quienes informaron violencia física por parte de sus parejas en los 12 meses anteriores a las entrevistas disminuyó de 28 a 8%. Hubo disminuciones similares en la violencia emocional a lo largo de la vida de las mujeres durante ese lapso (de 71 a 42%), así como en el periodo de 12 meses previos al estudio (de 43 a 23). No se encontraron diferencias significativas en la prevalencia de violencia sexual a lo largo de la vida de las participantes entre los dos lapsos.

La violencia de pareja íntima (VPI) se define como violencia física, violencia sexual, acoso o daño psicológico por parte de una pareja o cónyuge actual o anterior. Según la Organización Mundial de la Salud,

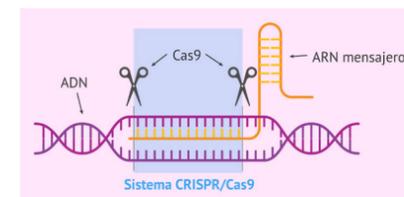
35% de las mujeres en todo el mundo experimentan VPI de tipo sexual o física o violencia sexual sin pareja en algún momento de sus vidas. Aunque los esfuerzos para abordar la violencia femenina en todo el mundo han aumentado en los últimos 25 años, pocos han examinado un periodo lo suficientemente largo como para medir adecuadamente las reducciones sostenidas a gran escala en VPI e identificar las estrategias que realmente funcionan para reducir la violencia.

GWI dirigió el estudio en León, Nicaragua, en colaboración con UNAN León, y la ONG InterCambios, comparando la prevalencia de violencia física, emocional y sexual contra mujeres y jóvenes entre 1995 y 2016. Durante ese periodo, la influencia del movimiento de mujeres nicaragüenses sobre las políticas sociales y los esfuerzos para aumentar el conocimiento de las féminas sobre sus derechos impulsaron a múltiples sectores de la sociedad nicaragüense a abordar la violencia contra las mujeres y las jóvenes. Dando como resultado reformas legislativas y jurídicas, así como en la colaboración entre la policía, los ministerios del gobierno, las organizaciones de la sociedad civil y otros para proteger y apoyar a las víctimas.

Los investigadores consideran que la reducción de la violencia refleja una verdadera disminución en la prevalencia de VPI, e indica que dicha reducción no se debió principalmente a los cambios demográficos, como mayor educación o edad. También concluyen que, como lo demuestra este estudio, la violencia contra las mujeres y las jóvenes se puede prevenir con intervenciones estructurales a gran escala realizadas por grupos de defensoría de la mujer, organizacio-

nes de la sociedad civil, instituciones nacionales e internacionales y otros sectores.

Sin embargo, indican que hay un riesgo de que la violencia continúe y la crisis de COVID-19 pueda amenazar estos logros. Esperemos que en un futuro no muy lejano podamos erradicar por completo estos males que aquejan a nuestra sociedad, pero afectan directamente a las mujeres (fuente: George Washington University).



Y al erradicar estos males podemos escuchar cada vez más noticias de grandes logros como el de la científica francesa Emmanuelle Charpentier y la estadounidense Jennifer A. Doudna, quienes compartieron el premio Nobel de Química 2020 por su investigación sobre la técnica CRISPR/Cas9, “por el desarrollo de un método para la edición del genoma”.

“Este año el premio va sobre reescribir el código de la vida”, anunciaba el secretario general de la academia, Göran K. Hansson, antes de hacer públicos los nombres de las laureadas, los cuales se han recibido con el aplauso de los pocos asistentes debido a la pandemia que cruzamos y la sonrisa del propio Hansson.

La microbióloga Emmanuelle Charpentier (1968, Francia) es la directora de la Unidad Max Planck para la Ciencia de Patógenos (Alema-

nia). La química Jennifer A. Doudna (1964, Estados Unidos) ejerce como profesora en la Universidad de California en Berkeley, tarea que compagina con la investigación en el Instituto Médico Howard Hughes, ambos en Estados Unidos.

Juntas desarrollaron hace ocho años la técnica CRISPR/Cas9, o tijeras genéticas, que permite cortar el ADN en una posición concreta. La idea de poder seccionar el código genético a voluntad de forma muy precisa ha revolucionado la ciencia desde entonces pues permite editar fácilmente el genoma, algo casi imposible antes. Por ello, son muchos los que llevaban años esperando que la herramienta química recibiera el Nobel.

El uso de CRISPR/cas9 es hoy algo común en los laboratorios de química y biología molecular. La técnica también podría llegar a aplicarse para el tratamiento de enfermedades como el cáncer o de enfermedades genéticas, algo que se está estudiando en la actualidad.

El trabajo de las científicas ha recibido numerosos galardones, incluido el Premio Princesa de Asturias de Investigación Científica y Técnica otorgado en 2015. Dos años después compartirían el Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento con Francis Mojica, pionero en este trabajo, reconociéndose así el trabajo de los tres investigadores en la técnica que ahora recibe el Nobel (fuente: La Vanguardia).



COLABORADORES

Abigaíl Ramírez Rocha

Estudiante de Ingeniería Física Industrial del ITESM. Fundadora de la Sociedad Astronómica del ITESM. Coordinadora y locutora del programa de radio feminista *Poderosas*, en Frecuencia TEC.

Alicia González Cervantes

Licenciada y maestra en Comunicación por la UANL. Doctorante en la FCC-UANL. Catedrática del área de Ciencias Sociales y Comunicación en la FCC-UANL y en la Escuela Industrial y Preparatoria Técnica Pablo Livas. Su línea de investigación es el cambio social y la gestión del conocimiento.

Cristina Burrola Aguilar

Doctora en Ciencias Ambientales. Responsable del Laboratorio de Micología del Centro de Investigación en Recursos Bióticos y docente de la Facultad de Ciencias de la UAEMéx. Su línea de investigación se enfoca en el aprovechamiento y conservación de los hongos comestibles silvestres de importancia para comunidades rurales del centro de México.

Cynthia Gabriela Sámano Salazar

Bióloga. Doctora en Ciencias Biomédicas por la UNAM. Realizó estancia posdoctoral en la Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA), en Trieste, Italia. Profesora-investigadora asociada en el DCN-UAM-C. Sus líneas de investigación se enfocan al estudio del daño en la médula espinal, específicamente en la búsqueda de estrategias neuroprotectoras para las células que participan en la locomoción. Miembro del SNI, nivel I.

Griselda Chávez Aguilar

Licenciada en Biología por la UNAM. Maestra y doctora en Ciencias Forestales por el Colegio de Posgraduados. Realizó estancias posdoctorales en la UAMex. Su línea de investigación se enfoca en entender la capacidad de los suelos para realizar sus funciones básicas. Miembro del SNI, nivel Candidato.

Guadalupe Maribel Hernández Muñoz

Doctora en Ingeniería de Materiales por la UANL. Doctorante en Educación en la UBC. Profesora investigadora de tiempo completo en la FIME y profesora invitada en la FCC-UANL. Sus principales líneas de investigación se enfocan a estrategias de enseñanza y aprendizaje mediados por la tecnología. Cuenta con perfil Prodep. Miembro del SNI, Nivel I.

Janet María León Morales

Ingeniera bioquímica por el Instituto Tecnológico de Villahermosa. Maestra en biotecnología por la UAEM. Doctora en Ciencias en Desarrollo de Productos Bióticos por el IPN. Investigadora-Cátedra Conacyt adscrita al Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. Su línea de investigación es la química de productos naturales de plantas.

Julissa Maythé Loredó Muñiz

Licenciada en Fisioterapia. Maestra en Actividad Física y Deporte, con orientación en Promoción de la Salud. Realizó estancia de investigación en la Western New Mexico University. Miembro de la SEP San Luis Potosí como docente en el Centro de Atención Múltiple "CAM". Integrante de Physiocenter Especialistas en Fisioterapia y Medicina del Deporte.

Luis Enrique Gómez Vanegas

Licenciado en Letras Hispánicas por la UANL. Diplomado en periodismo científico por la FCC-UANL. Autor del libro *Soledades*. Corrector de la revista *Ciencia UANL* y de *Entorno Universitario*, de la Preparatoria 16-UANL.

María Cristina Enríquez Reyna

Licenciada y maestra en Ciencias de Enfermería. Doctora en Ciencias de la Cultura Física. Profesora investigadora en la FOD-UANL. Su línea de investigación versa sobre actividad física para la salud y la calidad de vida durante el envejecimiento. Miembro del Global Observatory for Physical Activity-GoPA! y del Cuerpo Académico de Cien-

cias del Ejercicio. Integrante de la Red de investigación REDDECA-Conducta Saludable con Deporte de Calidad. Cuenta con perfil Prodep. Miembro del SNI, nivel I.

María Josefa Santos Corral

Doctora en Antropología Social. Su área de especialidad se relaciona con los problemas sociales de transferencia de conocimientos, dentro de las líneas de tecnología y cultura y estudios sociales de la innovación. Imparte las asignaturas de ciencia y tecnología para las RI en la Licenciatura de Relaciones Internacionales y Desarrollo Científico Tecnológico y su Impacto Social en la Maestría de Comunicación.

María Marcela Granados Shiroma

Médica con maestría en Salud Pública. Ha realizado estudios sobre violencia familiar y hacia las mujeres en El Colegio de México. Participó en la elaboración de la Norma Oficial Mexicana NOM-190-SSA1-1999. Criterios de atención a la violencia familiar en espacios de salud.

Marlín Pérez Suárez

Bióloga por la UNAM. Maestra en Ciencias Forestales por el Colegio de Posgraduados. Doctora en Ciencias Ambientales por el IPICYT. Posdoctorada por la Iowa State University. Sus líneas de investigación se enfocan al uso de gradientes ambientales para el estudio del impacto del cambio climático sobre los ecosistemas forestales. Cuenta con perfil Prodep. Miembro del SNI.

Patricia del Carmen Zambrano Robledo

Ingeniera mecánica, maestra en Ciencias de la Ingeniería Mecánica, con especialidad en Materiales, y doctora en Ingeniería de Materiales por la UANL. Miembro del SNI, nivel I, y de la AMC. Directora de Investigación de la UANL.

Patricia Liliana Cerda Pérez

Comunicóloga por la UANL. Licenciada y doctora en Ciencias de la Información por la Universidad Complu-

tense de Madrid. Coordinadora del Centro de Investigación para la Comunicación y maestra de tiempo completo en la FCC-UANL. Investiga temas vinculados al análisis de la violencia social, participa en la creación de programas de prevención, atención e intervención en zonas conflictivas, violencia familiar y suicidio, en el AMM de Monterrey. Miembro del SNI, nivel II.

Pedro César Cantú-Martínez

Doctor en ciencias biológicas. Trabaja en la FCB-UANL y participa en el IINSO-UANL. Su área de interés profesional se refiere a aspectos sobre la calidad de vida e indicadores de sustentabilidad ambiental. Fundador de la revista *Salud Pública y Nutrición (RESPyN)*. Miembro del Comité Editorial de Artemisa del Centro de Información para Decisiones en Salud Pública de México.

Soledad García Morales

Ingeniera en Irrigación por la UACh. Maestra y doctora en Ciencias, área de Nutrición Vegetal, por el Colegio de Posgraduados. Posdoctorada por el IPN. Investigadora adscrita a la Dirección de Cátedras Conacyt, comisionada a la Unidad de Biotecnología Vegetal del CIATEJ.

Lineamientos de colaboración

Ciencia UANL

La revista *Ciencia UANL* tiene como propósito difundir y divulgar la producción científica, tecnológica y de conocimiento en los ámbitos académico, científico, tecnológico, social y empresarial. En sus páginas se presentan avances de investigación científica, desarrollo tecnológico y artículos de divulgación en cualquiera de las siguientes áreas: ciencias exactas, ciencias de la salud, ciencias agropecuarias, ciencias naturales, humanidades, ciencias sociales, ingeniería y tecnología y ciencias de la tierra. Asimismo, se incluyen artículos de difusión sobre temas diversos que van de las ciencias naturales y exactas a las ciencias sociales y las humanidades. Las colaboraciones deberán estar escritas en un lenguaje claro, didáctico y accesible, correspondiente al público objetivo; no se aceptarán trabajos que no cumplan con los criterios y lineamientos indicados, según sea el caso se deben seguir los siguientes criterios editoriales.

Criterios editoriales (difusión)

- Sólo se aceptan artículos originales, entendiendo por ello que el contenido sea producto del trabajo directo y que una versión similar no se haya publicado o enviado a otras revistas.
- Se aceptarán artículos con un máximo de cinco autores, en caso de excederse se analizará si corresponde con el esfuerzo detectado en la investigación.
- El artículo debe ofrecer una panorámica clara del campo temático.
- Debe considerarse la experiencia nacional y local, si la hubiera.
- No se aceptan reportes de mediciones. Los artículos deben contener la presentación de resultados de medición y su comparación, también deben presentar un análisis detallado de los mismos, un desarrollo metodológico original, una manipulación nueva de la materia o ser de gran impacto y novedad social.
- Sólo se aceptan modelos matemáticos si son validados experimentalmente por el autor.
- No se aceptarán trabajos basados en encuestas de opinión o entrevistas, a menos que aunadas a ellas se realicen mediciones y se efectúe un análisis de correlación para su validación.
- Para su consideración editorial, el autor deberá enviar el artículo vía electrónica en formato .doc de Word, así como el material gráfico (máximo cinco figuras, incluyendo tablas), fichas biográficas de cada autor de máximo 100 palabras y carta firmada por todos los autores (formato en página web) que certifique la originalidad del artículo y cedan derechos de autor a favor de la UANL.
- Los originales deberán tener una extensión máxima de cinco páginas (incluyendo figuras y tablas).
- Se incluirá un resumen en inglés y español, no mayor de 100 palabras, incluir cinco palabras clave.
- Las referencias se deberá utilizar el formato Harvard para citación.
- Material gráfico incluye figuras, imágenes y tablas, todas las imágenes deberán ser de al menos 300 DPI.

Criterios editoriales (divulgación)

- Sólo se reciben para su publicación materiales originales e inéditos. Los autores, al enviar su trabajo, deberán manifestar que es original y que no ha sido postulado en otra publicación.
- Se aceptarán artículos con un máximo de tres autores.
- Los contenidos científicos y técnicos tienen que ser conceptualmente correctos y presentados de una manera original y creativa.
- Todos los trabajos deberán ser de carácter académico. Se debe buscar que tengan un interés que rebase los límites de una institución o programa particular.
- Tendrán siempre preferencia los artículos que versen sobre temas relacionados con el objetivo, cobertura temática o lectores a los que se dirige la revista.
- Para su mejor manejo y lectura, cada artículo debe incluir una introducción al tema, posteriormente desarrollarlo y finalmente plantear conclusiones. Se recomienda sugerir bibliografía breve, para dar al lector posibilidad de profundizar en el tema. El formato no maneja notas a pie de página.
- Las referencias no deben extenderse innecesariamente, por lo que sólo se incluirán las referencias citadas en el texto.
- Los artículos deberán tener una extensión máxima de cinco cuartillas y una mínima de tres, incluyendo tablas, figuras y bibliografía. En casos excepcionales, se podrá concertar con el editor responsable de *Ciencia UANL* una extensión superior, la cual será sometida a la aprobación del Consejo Editorial.
- Las figuras, dibujos, fotografías o imágenes digitales deberán ser de al menos 300 DPI.
- En el caso de una reseña para nuestra sección Al pie de la letra, la extensión máxima será de dos cuartillas, deberá incluir la ficha bibliográfica completa, una imagen de la portada del libro, por la naturaleza de la sección no se aceptan referencias.
- El artículo deberá contener claramente los siguientes datos en la primera cuartilla: título del trabajo, autor(es), institución y departamento de adscripción laboral (en el caso de estudiantes sin adscripción laboral, referir la institución donde realizan sus estudios), dirección de correo electrónico para contacto.

*Nota importante: todas las colaboraciones, sin excepción, serán evaluadas. Todos los textos son sometidos a revisión y los editores no se obligan a publicarlos sólo por recibirlos. Una vez aprobados, los autores aceptan la corrección de textos y la revisión de estilo para mantener criterios de uniformidad de la revista.

Todos los artículos deberán remitirse a la dirección de correo:

revista.ciencia@uanl.mx

o bien a la siguiente dirección:

Revista *Ciencia UANL*. Dirección de Investigación, Av. Manuel L. Barragán, Col. Hogares Ferrocarrileros, C.P. 64290, Monterrey, Nuevo León, México.

Para cualquier comentario o duda estamos a disposición de los interesados en:

Tel: (5281)8329-4236. <http://www.cienciauanl.uanl.mx/>



 RevistaCienciaUANL

 RevistaCIENCIAUANL



Indexada en:



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

